

Leitfaden

Lebensmittelläden

**Energiegerechter Bau,
Betrieb und Unterhalt**

Ein Leitfaden für Bauverantwortliche
und Betreiber von Lebensmittelläden

Impulsprogramm RAVEL
Bundesamt für Konjunkturfragen





Impressum

Projektleitung

Dr. Andreas Wyss
Institut Bau + Energie, Bern

Autoren

Erich Lüdi
Institut Bau + Energie, Bern

Hans Bächtold
Ingenieurbüro Nenniger-Bächtold-Gerber, Bern

André Müller
Ecoplan, Bern

Begleitung und Beratung

Georg Sager
Genossenschaft Migros Bern, Schönbühl

Marcel Bieri
Migros Genossenschaftsbund, Zürich

Alan C. Hawkins
Coop Schweiz, Basel

Daniel Vuille
Amstein + Walthert AG, Zürich

Gestaltung

Education Design Sepp Steibli
Bolligenstrasse 46c
3006 Bern

Copyright Bundesamt für Konjunkturfragen
3003 Bern, Februar 1995.

Auszugsweiser Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt. Zu beziehen bei der
Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale (Best.-Nr. 724.323 d)

Form. 724.323 d 2.95 1000 U25265



Vorwort

Das Aktionsprogramm «Bau und Energie» ist auf sechs Jahre befristet (1990 - 1995) und setzt sich aus den drei Impulsprogrammen (IP) zusammen:

- IP BAU – Erhaltung und Erneuerung
- RAVEL – Rationelle Verwendung von Elektrizität
- PACER – Erneuerbare Energien.

Mit den Impulsprogrammen, die in enger Kooperation von Wirtschaft, Schulen und Bund durchgeführt werden, soll der qualitative Wertschöpfungsprozess unterstützt werden. Dieser ist gekennzeichnet durch geringen Aufwand an nicht erneuerbaren Rohstoffen und Energie sowie abnehmende Umweltbelastung, dafür gesteigerten Einsatz von Fähigkeitenkapital.

Im Zentrum der Aktivität von RAVEL steht die Verbesserung der fachlichen Kompetenz, Strom rationell zu verwenden. Neben den bisher im Vordergrund stehenden Produktions- und Sicherheitsaspekten soll verstärkt die wirkungsgradorientierte Sicht treten. Aufgrund einer Verbrauchsmatrix hat RAVEL die zu behandelnden Themen breit abgesteckt. Neben den Stromanwendungen in Gebäuden kommen auch Prozesse in der Industrie, im Gewerbe und im Dienstleistungsbereich zum Zuge. Entsprechend vielfältig sind die angesprochenen Zielgruppen: Sie umfassen Fachleute auf allen Ausbildungsstufen wie auch die Entscheidungsträger, die über stromrelevante Abläufe und Investitionen zu befinden haben.

Kurse, Veranstaltungen, Publikationen, Videos, etc.

Umgesetzt werden sollen die Ziele von RAVEL durch Untersuchungsprojekte zur Verbreiterung der Wissensbasis und – darauf aufbauend – Aus- und Weiterbildung sowie Informationen. Die Wissensvermittlung ist auf die Verwendung in der täglichen Praxis ausgerichtet. Sie baut hauptsächlich auf Publikationen, Kursen und Veranstaltungen auf. Es ist vorgesehen, jährlich eine RAVEL-Tagung durchzuführen, an der jeweils – zu einem Leitthema – umfassend über neue Ergebnisse, Entwicklungen und Tendenzen in der jungen, faszinierenden Disziplin der rationellen Verwendung von Elektrizität informiert und diskutiert wird. InteressentInnen können sich über das breitgefächerte, zielgruppenorientierte Weiterbildungsangebot in der Zeitschrift IMPULS informieren. Sie erscheint viermal jährlich und ist (im Abonnement) beim Bundesamt für Konjunkturfragen, 3003 Bern, gratis erhältlich.

Jedem/r Kurs- oder VeranstaltungsteilnehmerIn wird jeweils eine Dokumentation abgegeben. Diese besteht zur Hauptsache auf der für den entsprechenden Anlass erarbeiteten Fachpublikation. Die Publikationen können auch unabhängig von Kursbesuchen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale (EDMZ), 3000 Bern, bezogen werden.

Zuständigkeiten

Um das ambitionierte Bildungsprogramm bewältigen zu können, wurde ein Organisations- und Bearbeitungskonzept gewählt, das neben der kompetenten Bearbeitung durch SpezialistInnen auch die Beachtung der Schnittstellen im Bereich der Stromanwendung sowie die erforderliche Abstützung bei Verbänden und Schulen der beteiligten Branchen sicherstellt. Eine aus Vertretern der interessierten Verbände, Schulen und Organisationen bestehende Kommission legt die Inhalte des Programmes fest und stellt die Koordination mit den übrigen Aktivitäten, die den rationellen Einsatz der Elektrizität anstreben, sicher. Branchenorganisationen über-



nehmen die Durchführung der Weiterbildungs- und Informationsangebote. Für deren Vorbereitung ist das Programmleitungsteam (Dr. Roland Walthert, Werner Böhi, Dr. Eric Bush, Jean-Marc Chuard, Hans-Ruedi Gabathuler, Ruedi Messmer, Jürg Nipkow, Ruedi Spalinger, Dr. Daniel Spreng, Felix Walter, Dr. Charles Weinmann, Georg Züblin sowie Eric Mosimann, BfK) verantwortlich. Die Sachbearbeitung wird im Rahmen von Ressorts durch Projektgruppen erbracht, die inhaltlich, zeitlich und kostenmässig definierte Einzelaufgaben (Untersuchungs- und Umsetzungsprojekte) zu lösen haben.

Dokumentation

Die vorliegende Dokumentation richtet sich in erster Linie an Eigentümer, Bauherrschaften und Betreiber von Lebensmittelläden. Im Leitfaden wird aufgezeigt, wie durch methodisches Vorgehen bei der Projektorganisation ein energie-schlankes Resultat sichergestellt wird. Welche Vorteile für den Einbezug eines Energieingenieurs sprechen und welche Aufgaben dieser übernehmen muss. Wie die Planungsziele gesteckt werden. Welche Energieverbrauchs-Vorgaben vom Planer gefordert werden sollten und wie diese zu bestimmen sind. Wie sich durch ein fachgerechtes Energiekonzept ein besseres Resultat erzielen lässt. Wie eine gründliche Betriebsoptimierung und Erfolgskontrolle in der Praxis durchgesetzt wird. Wie ein einwandfreier Betrieb sichergestellt wird.

Nach einer Vernehmlassung und dem Anwendungstest in einer Pilotveranstaltung ist die vorliegende Dokumentation sorgfältig überarbeitet worden. Dennoch hatten die AutorInnen freie Hand, unterschiedliche Ansichten über einzelne Fragen nach eigenem Ermessen zu beurteilen und zu berücksichtigen. Sie tragen denn auch die Verantwortung für die Texte. Unzulänglichkeiten, die sich bei der praktischen Anwendung ergeben, können bei einer allfälligen Überarbeitung behoben werden. Anregungen nehmen das Bundesamt für Konjunkturfragen oder der verantwortliche Projektleiter (vgl. S. 2) entgegen.

Für die wertvolle Mitarbeit zum Gelingen der vorliegenden Publikation sei an dieser Stelle allen Beteiligten bestens gedankt.

Oktober 1994 Bundesamt für Konjunkturfragen
Dr. B. Hotz-Hart
Vizedirektor für Technologie



Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung und Zusammenfassung | 7 |
| 2 | Energiegerechtes Bauen und Sanieren | 13 |
| 2.1 | Grundsätze | 13 |
| | 2.1.1 Gebäude | 13 |
| | 2.1.2 Haustechnik | 14 |
| | 2.1.3 Betriebseinrichtungen | 15 |
| 2.2 | Vorgehen bei Neubau und Sanierungen | 16 |
| 2.3 | Gesetze, Normen und Vorschriften | 18 |
| 3 | Planungsablauf und Projektorganisation | 19 |
| 3.1 | Übersicht | 19 |
| 3.2 | Vorgaben, Inhalt und Form der Entscheidungsschritte | 21 |
| | 3.2.1 Die Weichenstellung in der Studien- und Vorprojektphase | 21 |
| | 3.2.2 Projekt- und Ausführungsphase | 21 |
| | 3.2.3 Abschlussphase und Betrieb | 21 |
| 3.3 | Die Beteiligten | 22 |
| | 3.3.1 Bauherrschaft und Betreiber | 22 |
| | 3.3.2 Der Architekt | 24 |
| | 3.3.3 Der Energieingenieur | 24 |
| | 3.3.4 Die Fachingenieure | 26 |
| | 3.3.5 Die Unternehmer | 26 |
| 4 | Energiekonzept | 27 |
| 4.1 | Zielsetzungen und Vorgehenssystematik | 27 |
| 4.2 | Grundlagen und Vorgaben | 30 |
| 4.3 | Der Leistungs- und Energiebedarf | 32 |
| | 4.3.1 Checkliste Wärmebedarf | 33 |
| | 4.3.2 Checkliste Gewerbliche Kälte/WRG | 33 |
| | 4.3.3 Checkliste Beleuchtung | 34 |
| | 4.3.4 Checkliste Elektrizitätsverbraucher | 34 |
| | 4.3.5 Sonneneinstrahlung und Personenabwärme | 35 |
| | 4.3.6 Wärmeleistungsbilanz | 36 |
| | 4.3.7 Kühlleistungsbilanz | 36 |
| 4.4 | Die Energieversorgung | 37 |
| 4.5 | Anlagesysteme und Variantenvergleich | 38 |
| 4.6 | Energiemessung | 42 |
| 4.7 | Bericht «Energiekonzept» | 43 |



| | | |
|----------|---|-----------|
| 5 | Planungsvorgaben | 45 |
| 5.1 | Zielsetzungen und Vorgehensmethodik | 45 |
| 5.2 | Allgemeine Planungsgrundlagen | 46 |
| 5.2.1 | Steuerung und Regelung | 46 |
| 5.2.2 | Energiemessung | 47 |
| 5.3 | Heizung | 48 |
| 5.4 | Lüftung/Klima | 49 |
| 5.4.1 | Gesamtanlagen | 49 |
| 5.4.2 | Lufttechnische Anlagen | 49 |
| 5.4.3 | Klima-Kälteanlagen | 50 |
| 5.4.4 | Elektrizitätsverbrauch «Lüftung/Klima» | 50 |
| 5.5 | Gewerbliche Kälte | 51 |
| 5.6 | Sanitär | 53 |
| 5.6.1 | Warmwasserversorgung | 53 |
| 5.6.2 | Notkühlsystem | 53 |
| 5.7 | Elektro | 54 |
| 5.7.1 | Übersicht | 54 |
| 5.7.2 | Beleuchtung | 54 |
| 5.7.3 | Betriebseinrichtungen | 56 |
| 5.7.4 | Elektrizitätsversorgung und Verteilinstallation | 57 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6 | Betrieb und Unterhalt | 59 |
| 6.1 | Organisation | 59 |
| 6.2 | Projektabschlussphase und Betriebsaufnahme | 60 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 7 | Wirtschaftlichkeit | 63 |
| 7.1 | Wirtschaftlichkeit als Entscheidkriterium in der Studien- und Vorprojektphase | 63 |
| 7.2 | Was bringt eine Wirtschaftlichkeitsberechnung? | 65 |



1 Einleitung und Zusammenfassung

Der Lebensmitteldetailhandel ...

Der Lebensmitteldetailhandel in der Schweiz umfasst ca. 15 000 Verkaufsstellen mit insgesamt 2.7 Mio. m² Verkaufsfläche, 32 000 Mio. Fr. Umsatz und 120 000 Beschäftigten.

... und die RAVEL-Idee

Während bei den Brennstoffen in den letzten 20 Jahren unter dem Einfluss von Ölkrisen und Luftreinhalteverordnung erhebliche Energieeinsparungen erzielt worden sind, stieg der Elektrizitätsverbrauch in den letzten Jahren stetig. Dies ist die Folge der zunehmenden Einrichtungen für Automation, Information und Kommunikation. Wie die Erfahrung zeigt, besteht demgegenüber ein erhebliches Sparpotential bei den haustechnischen Anlagen, vor allem bei Kälteerzeugung, Lüftung und Beleuchtung.

Aufgabe des RAVEL-Programms ist es, dieses Potential zu realisieren und Wege aufzuzeigen, wie all die erforderlichen Aufgaben ohne Zunahme des Strombedarfs wahrgenommen werden können.

Zur Beurteilung des energetischen Zustandes und des Sparpotentials dient der spezifische Energieverbrauch bezogen auf die Verkaufsfläche.

Anhand der verfügbaren statistischen Angaben lässt sich feststellen, dass bei neuen bzw. sanierten Lebensmittelgeschäften die Energiekennzahl abhängig ist von der Grösse der Verkaufsfläche:

| Verkaufsfläche | Energiekennzahl Elektrizität |
|-----------------------------|------------------------------|
| kleiner 300 m ² | 500 kWh/m ² a |
| 300–2000 m ² | 410 kWh/m ² a |
| grösser 2000 m ² | 370 kWh/m ² a |

**Energiekennzahl =
Jahresenergieverbrauch
pro m² Verkaufsfläche**

*Bild 1.1
Richtwert für neue und sa-
nierte Lebensmittelgeschäfte*

Der spezifische Brennstoffverbrauch beträgt ca. 80 kWh/m²a.

Die Berechnung der Energiekennzahl ist ohne grossen Aufwand möglich, und der Vergleich mit den Richtwerten zeigt sofort den energietechnischen Zustand und das Sparpotential in jedem Lebensmittelgeschäft.



Damit die verschiedenen Geschäfte miteinander verglichen werden können und als Grundlage für ein Sanierungsfolgeprogramm dient die vergleichende Zusammenstellung des Energieverbrauchs der verschiedenen Geschäfte. Daraus sind die schlechten Geschäfte und die grossen Energieverbraucher sofort erkennbar.

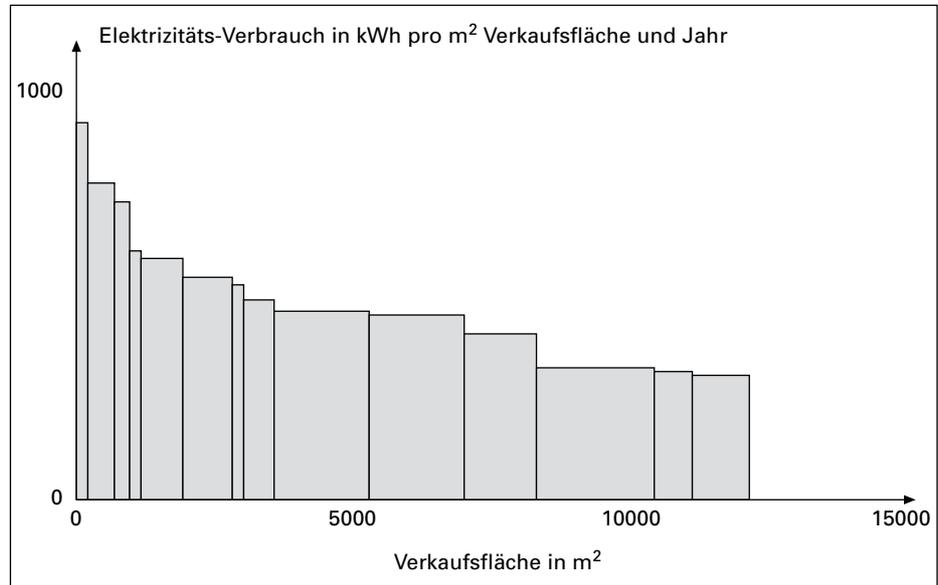


Bild 1.2
Vergleichsdiagramm
Energiekennzahl und
Energieverbrauch

Die Höhe der Säule gibt die Energiekennzahl (= spezifischer Elektrizitätsverbrauch pro m² Verkaufsfläche) und die Fläche der Säule den totalen Jahreselektrizitätsverbrauch für jedes Geschäft an.

Mit der Definition der Energiekennzahl und den entsprechenden Richtwerten besitzt die Unternehmensleitung ein taugliches Instrument zur Setzung von Prioritäten und vor allem generelle Vorgaben an Planer und Unternehmer für Neubauten und Sanierungen. Die Erfahrung zeigt, dass solche Vorgaben Planer und Unternehmer zu erhöhten Anstrengungen und Sorgfalt führen und dadurch nicht nur die Betriebskosten, sondern in vielen Fällen auch die Investitionskosten reduziert werden, weil die Installationen auf das wirklich Notwendige beschränkt werden. Diese Zielsetzung kann erreicht werden, wenn der Bauherr seine Anforderungen an Planer und Unternehmer frühzeitig und unmissverständlich formuliert und deren Erfüllung bei der Bauabnahme sowie während der ersten Betriebsjahre dann auch überprüft.



Der vorliegende Leitfaden enthält die Grundlagen, technischen Angaben und Checklisten, welche zur Formulierung von zweckmässigen Pflichtenheften für Planer und Unternehmer erforderlich sind.

Im Kapitel 6 sind Anleitungen und Hilfsmittel für den energiegerechten Betrieb und Unterhalt zusammengestellt, denn eine gut gebaute Anlage sollte auch fachgerecht betrieben und unterhalten werden.

Der Leitfaden richtet sich also in erster Linie an Eigentümer, Bauherrschaften und Betreiber von Lebensmittelläden.

Im weiteren ist es wünschenswert, dass beispielsweise Fachingenieure, Architekten, Unternehmer und Gerätehersteller anhand des Leitfadens auf

- die Bedeutung des Elektrizitätsverbrauchs im Gesamtenergiehaushalt von Lebensmittelläden sowie auf
- Pflicht- und Kompetenzabgrenzung zwischen Auftraggeber, Architekt, Energie- und Fachingenieuren, Unternehmern und Betreibern hingewiesen werden.

Im Rahmen des Impulsprogramms RAVEL werden Publikationen bzw. Kurse zu den folgenden Spezialgebieten angeboten:

- Kühlmöbel im Lebensmittelhandel
- Kühltemperaturen im Lebensmittelhandel
- Effiziente Beleuchtung von Verkaufsflächen
- Elektrische Energie im Hochbau (Einführung SIA 380/4)
- Die Bedeutung organisatorischer Fragen für die Planung energetisch guter Gebäude und Haustechnikanlagen
- RAVEL zahlt sich aus «Praktischer Leitfaden für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen».



Aufbau des Leitfadens

Kapitel 2: Energiegerechtes Bauen und Sanieren

Mit energiegerechtem Bauen und Sanieren sollen die Anforderungen an ein zeitgemässes Lebensmittelgeschäft bezüglich Produktequalität und Hygiene, Verkaufsatmosphäre, Betriebsabläufe sowie Betriebssicherheit mit minimalen Investitionen und Betriebskosten erfüllt werden.

Um zu zeigen, wie diese Zielsetzung erreicht werden kann, sind die Grundsätze für das energiegerechte Bauen und Sanieren für Gebäudehülle, Haustechnik und Betriebseinrichtungen im Überblick zusammengestellt.

Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung dieser Grundsätze ist eine zweckmässige Vorbereitung der Projektierungsarbeiten:

- Der Bauherr stellt Raumprogramm und Benutzeranforderungen zusammen.
- Die Planer erarbeiten die Grundlagen, welche die kritische Überprüfung und – wenn erforderlich – Modifikation der Benutzeranforderungen erlauben.
- Präzise und überprüfbare Vorgaben der Bauherrschaft veranlassen Planer und Unternehmer zu grösserer Sorgfalt und Pflichtbewusstsein.
- Eine möglichst weitgehende Koordination von Gebäude, Betriebseinrichtungen und haustechnischen Anlagen reduziert die Investitions- und Betriebskosten, erleichtert die Bedienung und erhöht die Betriebssicherheit.

Kapitel 3: Planungsablauf und Projektorganisation

Voraussetzung für einen zielgerichteten Planungsablauf ist eine durchdachte und erprobte Projektorganisation.

In diesem Kapitel wird eine klare Projektorganisation vorgeschlagen, welche zu einem optimalen Planungsablauf in den Phasen Studien und Vorprojekt, Projekt und Ausführung sowie Inbetriebsetzung und Abnahme führt.

Für alle an diesem Planungsablauf Beteiligten (Bauherrschaft, Architekt, Energieingenieur, Spezialplaner, Unternehmer) sind Checklisten für Pflichtenhefte und Kompetenzabgrenzungen enthalten.

Kapitel 4: Energiekonzept

Mit dem Energiekonzept sollen nur zwingend notwendige Investitionen sowie minimale Betriebs- und Unterhaltskosten erzielt werden.

Bereits in der frühen Planungsphase muss der Energieingenieur Entscheidungsgrundlagen für Bauherrschaft und Architekt erarbeiten, welche zu gut koordinierten Haustechnikanlagen mit minimalen Investitionen führen und den rationellen Energieeinsatz gewährleisten.

Dieses Kapitel zeigt darum, was ein fachgerechtes Energiekonzept enthalten muss, und welche Vorteile es bringen kann. Es enthält alle erforderlichen Vorgaben für den Energieingenieur und kann als Grundlage für die Auftragserteilung und zur Beurteilung seiner Arbeit dienen.

Die Bauherrschaft verlangt insbesondere Energieflussdiagramm, Prinzipschema, Messkonzept und Schadstoffbilanzen als Entscheidungsgrundlage für die Variantenwahl.



Kapitel 5: Planungsvorgaben

Der Energieingenieur ist verantwortlich, dass die Haustechnikanlagen optimal aufeinander abgestimmt sind. Darum muss das Energiekonzept detaillierte Planungsvorgaben für die Spezialingenieure mit präziser Definition der Schnittstellen enthalten.

Die Erfahrung zeigt immer wieder, dass die Spezialingenieure trotz guten Willens zur Koordination das Projekt vor allem in ihrem eigenen Fachgebiet optimieren. Daraus resultiert oft ein Konglomerat gut funktionierender Einzelteile, welche aber zuwenig aufeinander abgestimmt sind und darum als Gesamtsystem nicht optimal funktionieren. Um das zu vermeiden, müssen als Resultat des Energiekonzeptes detaillierte Planungsvorgaben für jeden Spezialingenieur mit präziser Definition der Schnittstellen erstellt werden.

Dieses Kapitel enthält darum Angaben über den Inhalt solcher Planungsvorgaben für jedes Spezialgebiet.

Kapitel 6: Betrieb und Unterhalt

Die beste Anlage läuft nicht optimal, wenn sie nicht fachgerecht betrieben und unterhalten wird. Darum sind die vollständige Dokumentation, Betriebsanleitung, sorgfältige Instruktion des Betriebspersonals und die Betriebsoptimierung während der ersten zwei Jahre ebenso wichtig wie die fachgerechte Planung und Ausführung der Anlage.

Im Kapitel «Betrieb und Unterhalt» sind die Abschlussphase der Installationsarbeiten, die Anforderungen an die Dokumentation und Betriebsanleitung sowie die Instruktion der Betreiber und die Abnahme beschrieben.

Dieses Kapitel dient auch als Grundlage für Instruktionseminare für Betreiber, technischen Dienst und Hauswarte von Lebensmittelgeschäften.

Kapitel 7: Wirtschaftlichkeit

Energiegerechter Bau, Betrieb und Unterhalt von Lebensmittelläden ist mit Entscheidungen über Investitionen verbunden. Gerade im wettbewerbsintensiven Detailhandel sind rentable Investitionen eine «Überlebensfrage». Eine seriöse Wirtschaftlichkeitsberechnung ist Grundlage für den richtigen Entscheid.

Entscheidungskriterien sind die

- **Investitionskosten:** Einsparungen infolge Realisierung der nur zwingend notwendigen Anlagen (tiefere Anlagekosten, weniger Platzbedarf);
- **Energiekosten:** Beurteilung von Energie-Einsparungen bzw. -Meherverbrauch beim Variantenvergleich;
- **Betriebs- und Unterhaltskosten:** Auswirkungen von Projektorganisation, Planungsablauf und Variantenwahl (Rolle des Energieingenieurs) auf Betriebs- und Unterhaltskosten.



2. Energiegerechtes Bauen und Sanieren

2.1 Grundsätze

Mit energiegerechtem Bauen und Sanieren sollen bei rationellem Energieeinsatz die Anforderungen an die Produktequalität und Hygiene erfüllt werden sowie eine verkaufsfreundliche Atmosphäre, reibungslose Betriebsabläufe sowie gut funktionierende Haustechnikanlagen erzielt werden.

In den folgenden Abschnitten wird die Beeinflussung des Energieverbrauchs durch Gebäude, Haustechnik und Betriebseinrichtungen zusammengefasst, insbesondere die **Auswirkungen auf den Elektrizitätsverbrauch.**

2.1.1 Gebäude

Standort und Lage eines Gebäudes bestimmen grundlegende Einflussfaktoren für den Energiehaushalt durch Klima, Topografie (Wind einfluss, Sonneneinstrahlung) und Bauweise (freistehend oder verdichtet).

Standort, Lage

Ein sparsamer Energieeinsatz stellt folgende Anforderungen an die **Gebäudehülle:**

Gebäudehülle

- Um die Transmissionsverluste zu reduzieren, sollen die Gebäude eine möglichst kleine Oberfläche und eine gute Wärmedämmung aufweisen.
- Die Gebäudehülle muss möglichst luftdicht sein, um die mit dem unkontrollierten Luftwechsel verbundenen Wärmeverluste gering zu halten.

Wo Tageslicht durch **verglaste Dächer und Oblichter** in das Gebäudeinnere fällt, sind sorgfältige Wärmebilanzen erforderlich. Um Zugscheinungen im Winter und Überheizung im Sommer zu vermeiden, müssen

Verglaste Dächer und Oblichter

- Fläche, Himmelsrichtung, Qualität der Verglasung
- Sonnenschutzmassnahmen
- Wärmespeicherkapazität des Raumes
- Mechanische und/oder natürliche Lüftung, Lüftungsquerschnitte, Nachtlüftkühlung
- Heizung

sorgfältig aufeinander abgestimmt sein.

Direkt einfallende Sonnenstrahlung hat Qualitätsminderung der Auslagen sowie Wärmestau mit unzulässigen Temperaturen und Spannungen am Baukörper zur Folge und ist deshalb zu vermeiden, z.B. durch Ausrichtung von verglasten Flächen nach Norden.

Beleuchtung

- Durch eine helle Innengestaltung mit gut reflektierenden, aber nicht blendenden Oberflächen kann die Beleuchtung optimiert werden.
- Die Maximierung von Tageslichtnutzung wird immer Nachteile in anderen Bereichen (z.B. Wärmeschutz, Sonnenschutz) nach sich ziehen. Es ist daher wichtig, dass hier ein Optimierungsprozess stattfindet.

Beleuchtung



- Bei künstlicher Beleuchtung sollten heute in Ladenlokalen maximal 15 W/m² Leistung installiert werden. Durch gute Systemwahl lassen sich damit die lichttechnischen Anforderungen erfüllen. Höhere elektrische Leistungen erzeugen zu hohe interne Wärmelasten, die nur mit erheblichem Energieaufwand für Kühlung weggeschafft werden können.

Eingangszone

Eingangszone als Windfang:

- Warmluftvorhänge durch bauliche Massnahmen vermeiden.
- Den ungeheizten Windfang möglichst lang gestalten, eventuell Türen seitwärts.
- Automatische Schiebetüren mit Sommer- und Winter-Stellung ausrüsten.
- Insbesondere vermeiden, dass nachträglich Elektrolufterhitzer zum Einsatz kommen.
- Die «Vollzugshilfe Warmluftvorhänge» des BEW gibt Auskunft über die rechtlichen Grundlagen.

2.1.2 Haustechnik

Regulierung

Heizung und Warmwasser

- Möglichst einfache Anlagen bzw. Regelungen wählen. Mit steigender Komplexität eines Systems werden Störungsrisiko erhöht sowie Betrieb und Unterhalt erschwert.
- Trägheit und Regulierung der Wärmeabgabe auf Gebäude und Räume abstimmen, insbesondere sollen Wärmegewinne von Sonne, Beleuchtung, Personen, Maschinen möglichst direkt die lokale Heizleistung reduzieren.
- Wärmerückgewinnung bei Klima- und Lüftungsanlagen direkt durch Umluft-Beimischung oder indirekt über Wärmetauscher Fort-/Aussenluft.
- Wärmerückgewinnung aus gewerblichen Kälteanlagen für Warmwasserbereitung Heizung und Lüftung.
- Rest-Wärmeerzeugung mit Gas-, Ölheizung oder Wärmepumpe. Der Einsatz von Elektrizität für den Wärmepumpenantrieb bedingt eine geeignete Wärmequelle (Grundwasser oder Erdreich), damit Jahresarbeitszahlen (= abgegebene Heizwärme geteilt durch zugeführte kostenpflichtige Energie) von **drei** und mehr erreicht werden. Umgebungsluft als Wärmequelle hat den Nachteil, dass bei steigendem Wärmebedarf der Wärmeinhalt der Aussenluft sinkt, und ist somit nicht geeignet für die Spitzendeckung.

Mechanische Lüftungs- und Klimaanlage

Mechanische Lüftungs- und Klimaanlage

Richtig ausgelegte und regulierte Lüftungs- und Klimaanlage können viel zum sparsamen Energiehaushalt eines Gebäudes beitragen:

- durch Rückgewinnung von Wärme, «Kälte» und Feuchtigkeit aus der Abluft
- durch Nutzung von lokalen Wärmeüberschüssen zur Gebäudeheizung (Kältemaschine als Wärmepumpe)
- durch bedarfsgesteuerte Lüftung und Kühlung
- Bodenluftabsaugung bei Kühlmöbeln (Raumkühlung, Kältesee vermeiden).

Nachluftkühlung

Nachluftkühlung

In der Aussenluft beträgt die Differenz zwischen der höchsten Tages-temperatur und der tiefsten Nachttemperatur an warmen Sommertagen 10 bis 15 K. Wenn die Tagestemperatur 25 °C übersteigt, kann damit praktisch keine Wärme mehr aus Gebäuden abgeführt werden, denn die Raumtemperatur sollte ja 25 °C nicht wesentlich übersteigen (z.B. 26 °C bei 32 °C Aussenlufttemperatur). Die im Raum von der Sonneneinstrahlung, der Beleuchtung, den Personen und den Maschinen anfallende Wärme



muss dann vom Gebäude aufgenommen werden können. In der Nacht, wenn die Aussentemperatur bis auf 15 °C absinkt, kann dann die im Gebäude gespeicherte Wärme abgeführt werden.

Bei höheren Wärmelasten können nur Klimaanlage mit Kältemaschinen die Behaglichkeit jederzeit gewährleisten. Die Nutzung des Gebäudes als Wärmespeicher und der kühlen Nachtluft zur Wärmeabfuhr kann aber auch hier den Leistungsbedarf und den Stromverbrauch der Kältemaschinen stark reduzieren. Vorsicht bei der Regelung: Kältemaschine sperren bei Nachtluftkühlbetrieb!

2.1.3 Betriebseinrichtungen

Die **Kälteanlagen** für die Tief- und Pluskühlung haben im Lebensmittelhandel eine zentrale Bedeutung, sowohl in bezug auf die Qualität der Produkte (Kühltemperaturen gemäss Lebensmittelverordnung) als auch auf den Energieverbrauch. Das zunehmende Angebot von (tief-) gekühlten Produkten erfordert immer mehr Kühlstellen. Der dadurch verursachte Energiemehrbedarf kann mit technischen Massnahmen allein nicht kompensiert werden, und der Elektrizitätsverbrauch für die gewerbliche Kälte steigt weiterhin. Als erste Massnahme müssen deshalb der Bedarf an Kühlmöbeln überprüft und die Konsequenzen (Stromverbrauch und -kosten) aufgezeigt werden.

Kälteanlagen

Weitere Kriterien für das Anlage-Konzept sind

- **Raumprogramm und Layout:** Verbundanlagen mit kurzen Leitungen haben weniger Verluste. Die Kälteleistung ist kleiner und der Aufwand für die Wärmerückgewinnung (WRG) ist geringer als bei mehreren Einzelanlagen.
- **Kältemittel:** Zur Zeit (Stand 1.1.93) sind neben Ammoniak die Produkte R22 und R134a zugelassen; R12 und R502 sollen schon heute nicht mehr eingesetzt werden.
- **Wärmerückgewinnung (WRG):** Temperaturniveau so wählen, dass kein Strommehrverbrauch resultiert.

Der Stromverbrauch von **Aufzügen, Rolltreppen und Transportanlagen** liegt in der Grössenordnung von 10% des Gesamtverbrauchs. Auch hier sollen die verfügbaren sparsamen Techniken eingesetzt werden: Der geregelte Antrieb (Frequenzumrichter) spart gegenüber dem herkömmlichen Zweigeschwindigkeits-System mit Schwungscheibe etwa 30% Strom. Für die Liftsteuerung bei Mehrfach-Liften sind verschiedene Ausführungen mit unterschiedlichem Spareffekt erhältlich, z.B. sollten vorbeifahrende Lifte beim Ruf anhalten; schwere Warenlifte sollten nur mit Schlüssel bedienbar sein. Bei Rolltreppen und Rollbändern können durch Geschwindigkeitsreduktion bzw. -regulierung bedeutende Energieeinsparungen erzielt werden.

Aufzüge, Rolltreppen, Transportanlagen

Entscheidend für die Wichtigkeit von **Bürogeräten, Rechner- und Kommunikationsanlagen** ist meist die Frage, ob ein wesentlicher Dauerverbrauch durch Bereitschaftsfunktionen vorliegt. Für alle Büromaschinen existiert grundsätzlich ein enormes Sparpotential durch Abschalten aller gerade nicht benötigten Funktionen und Teilsysteme.

Bürogeräte, Rechner- und Kommunikationsanlagen

Einschränkungen der Betriebszeit bzw. Bereitschaftszeit sind aber oft nicht möglich, weil die dauernde Verfügbarkeit (z.B. Fax-Geräte, zentrale Rechner) wesentlich ist. Bei der Geräteanschaffung sollen Stromspareigenschaften erfragt und berücksichtigt werden. Bei der Auslegung der Anlage und der zugehörigen Stromversorgung sollen einfache Lösungen angestrebt werden. Besondere Beachtung gilt der Auslegung und dem Betrieb von USV-Anlagen (Unterbrechungsfreie Stromversorgungs-Anlagen), sofern eine solche überhaupt nötig ist.



2.2 Vorgehen bei Neubau und Sanierungen

Energiegerechte Neubauten

Beim Bau und der Nutzung von Gebäuden sollte die Energiefrage ein massgeblicher Gestaltungs- und Entscheidungsfaktor sein. Planerische, bauliche, technische und betriebliche Massnahmen sind gesamtheitlich zu optimieren; Bauherr, Architekt und Ingenieur sollten frühzeitig und vorausschauend zusammenarbeiten.

Die **Bauherrschaft** definiert im wesentlichen
Raumprogramm,
Benutzeranforderungen und Energieverbrauchsvorgaben.

Architekt und **Ingenieur** entwerfen unter Berücksichtigung der Randbedingungen Varianten für

| Architekt | Ingenieur |
|--|--|
| Baukörper Layout Betriebsablauf Konstruktionsprinzip Fasadengestaltung | Energiebedarf Energieversorgung Energiebilanz Umweltbelastung Investitions- und Betriebskosten |

In dieser Phase sollen durch die Bauherrschaft eine kritische Überprüfung von Raumprogramm und Benutzeranforderungen erfolgen und allfällige Anpassungen vorgenommen werden.

Nach der Variantenwahl kann ein **Vorprojekt** mit Investitions- und Betriebskosten-Schätzung erarbeitet werden.

Die weiteren Schritte sind:

- **Bauprojekt** mit Bau- und Betriebskosten
- Baubewilligungsverfahren mit **energie-technischem Massnahmenachweis**
- Bauausführung mit **Baukontrollen**
- **Bauabnahme**
- **Energiegerechter Betrieb und Unterhalt** (Erfolgskontrolle, Energiebuchhaltung).



Energetische Sanierung

Grundsätzlich empfiehlt es sich, bei geplanten Umbauten besondere energetische Vorabklärungen den üblichen Projektierungsarbeiten voranzustellen. Das Ziel der Vorabklärungen ist ein Sanierungskonzept, das dem Auftraggeber die Grundlagen für seine Entscheidung bezüglich Projektierung und Ausführung der empfehlenswerten Massnahmen liefert.

Bei derartigen Vorabklärungen soll im allgemeinen schrittweise vorgegangen werden, damit der optimale Einsatz der verfügbaren Mittel des Auftraggebers gewährleistet ist.

Kein Umbau ohne energetische Verbesserung!

Grobanalyse Ermittlung des Energieverbrauchs; gibt Auskunft über den Allgemeinzustand von Gebäudehülle, Haustechnikanlagen und Benutzerverhalten.

Feinanalyse Beantwortung der Frage WO, WANN und WIE die zugeführte Endenergie verbraucht wird. Basis für Massnahmenplanung und Sanierungskonzept.

Keine Feinanalysen auf Vorrat, weil solche Abklärungen aufwendig und die Ergebnisse kurzlebig sind.

Sanierungsprogramm Planung und Durchführung der Massnahmen im Rahmen von Umbau- und Umnutzungsvorhaben.

Bauausführung In erster Linie geht es darum, die Energiesparmassnahmen zu realisieren. Ebenso wichtig ist, dass mit einer sorgfältigen und korrekten Ausführung das spätere Entstehen von Bauschäden vermieden wird.

Erfolgskontrolle Die Überprüfung des Energiesparerfolges ist wichtig für

- den Auftraggeber als Kontrolle, dass die Vorgaben eingehalten werden sowie als Grundlage für allfällige spätere Sanierungsetappen
- die Bewohner oder Benutzer des Gebäudes, weil sie dadurch zu einem energiebewussten Verhalten angespornt werden
- die beteiligten Fachleute für ihre weitere Tätigkeit.



2.3 Gesetze, Normen und Vorschriften

Die Energiegesetzgebung auf Bundesebene ist im Energienutzungsbeschluss (ENB) und der dazugehörigen Energienutzungsverordnung (ENV) festgelegt.

Energetechnischer Massnahmenachweis

Massgebend für die Bauherrschaft sind die im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens zu erbringenden **energetechnischen Massnahmenachweise**, welche in den kantonalen Energiebestimmungen gefordert werden. Bei Beachtung der Grundsätze für energiegerechtes Bauen und Sanieren in der frühen Planungsphase (Weichenstellung) sowie der SIA-Empfehlungen in den Bereichen Hochbau und Haustechnik stellen diese Forderungen keine Hemmnisse dar und können noch unterboten werden.

Die sparsame Energieverwendung, insbesondere bei der Elektrizität, wird aber vor allem durch die von der Bauherrschaft an Planer und Unternehmer gerichteten Vorgaben (Elektrizitätsverbrauchs-Richtwerte) erreicht, da solche in der Gesetzgebung noch weitgehend fehlen.

Weitere Grundlagen, welche den Energieverbrauch direkt oder indirekt beeinflussen, sind:

- LRV, Massnahmenpläne zur Luftreinhaltung
- Vorschriften über den Einsatz von Kältemitteln
- Lebensmittelverordnung.



3 Planungsablauf und Projektorganisation

3.1 Übersicht

Die schematische Darstellung des Planungsablaufs (Bild 3.1) zeigt die Hauptaufgaben der Bauherrschaft, Planer (Architekt, Energie- und Fachingenieure) sowie der Unternehmer von der Bauabsicht bis in die Betriebsphase. Das Schwergewicht des Leitfadens liegt in der frühen Planungsphase (Studie, Vorprojekt): Die **Vorgaben der Bauherrschaft** werden vom Energieingenieur - in enger Zusammenarbeit mit dem Architekten - im **Energiekonzept** (Kapitel 4) umgesetzt und in Form von **Planungsvorgaben** (Kapitel 5) an die Fachingenieure weitergegeben.

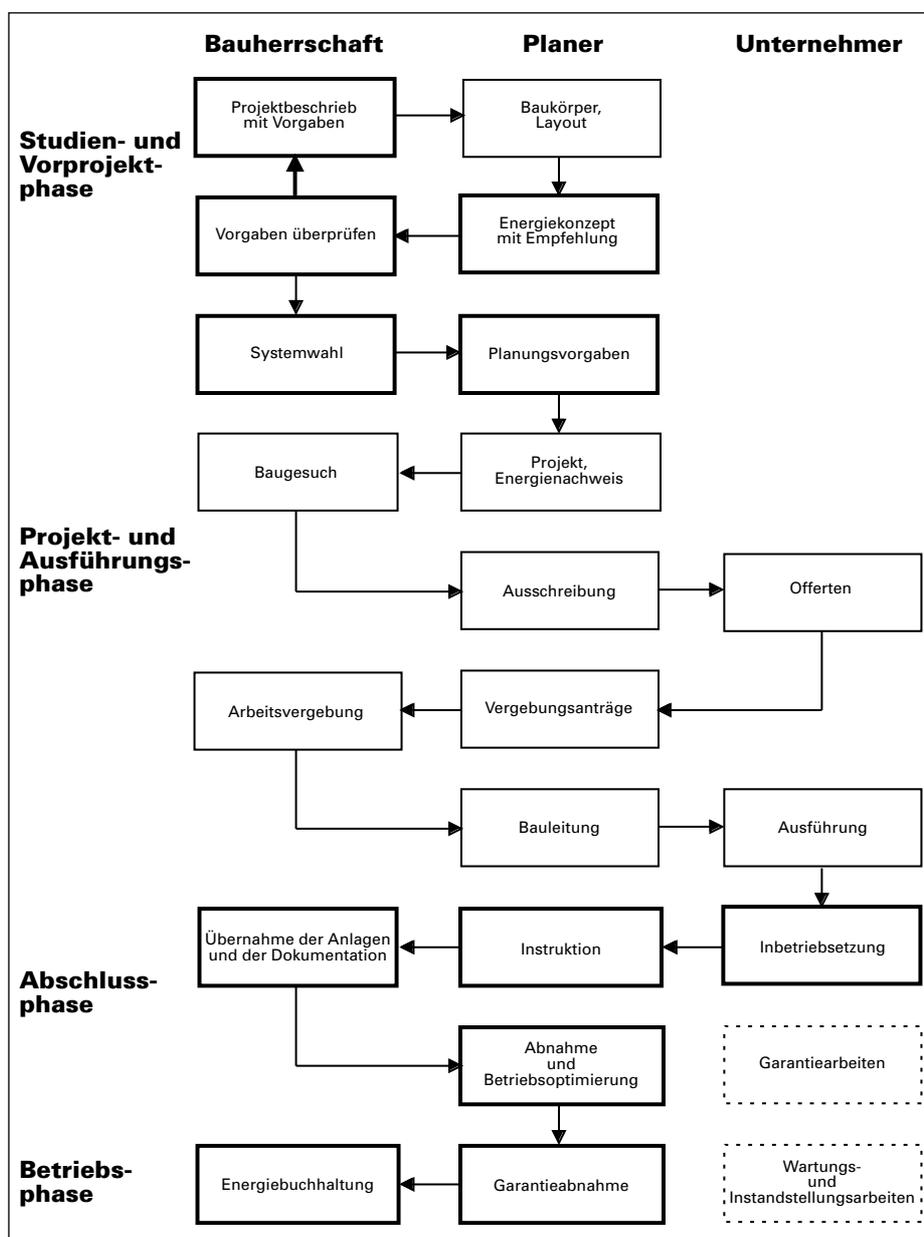


Bild 3.1
Planungsablauf



Der Energieingenieur begleitet die Projektierungs- und Ausführungsarbeiten, damit sichergestellt wird, dass Unterlagen, Gebäude und Anlagen mit den Vorgaben übereinstimmen.

In der Abschlussphase und der anschließenden Betriebsphase erfolgen Abnahmen, Instruktion des Bedienungspersonals sowie die Betriebsoptimierung unter Leitung des Energieingenieurs. Die Bauherrschaft übernimmt Anlagen und Dokumentation und überprüft die Einhaltung der Vorgaben mit Hilfe der Energiebuchhaltung (Erfolgskontrolle).



3.2 Vorgaben, Inhalt und Form der Entscheidungsschritte

3.2.1 Die Weichenstellung in der Studien- und Vorprojektphase

Die Bauherrschaft orientiert Architekt und Energieingenieur über ihre Bauabsicht (Neu-, Umbau, Total-, Teilsanierung) und erteilt Studien- und Planungsaufträge mit den **Rahmenbedingungen** wie Objektstandort, Gebäudegrösse und -nutzung (Raumprogramm) und **Vorgaben** wie Komfortanforderungen und Energieverbrauchs-Richtwerte.

Der Energieingenieur erarbeitet in enger Zusammenarbeit mit Bauherrschaft (Baufachorgan, Verkaufs- und Betriebsverantwortliche) und Architekt ein Energiekonzept. Entscheidend in dieser Phase ist die **kritische Überprüfung** aller Anforderungen und Vorgaben, das Aufzeigen ihrer Konsequenzen (Energieverbrauch und Umweltbelastung, Aufwand für Betrieb und Unterhalt, Investitionskosten) und nötigenfalls die Anpassung bzw. Überarbeitung von Baukörper, Raumprogramm (Layout) und Benutzeranforderungen. Das Ergebnis dieser Phase ist das **Energiekonzept** (Bericht) mit Variantenvergleich und **Empfehlung** für die Systemwahl. Der **Entscheid** für die Systemwahl erfolgt durch die Bauherrschaft.

In dieser Phase finden auch die ersten Kontakte mit der lokalen Baubehörde und den Energieversorgungsunternehmen statt. Damit wird sichergestellt, dass bei der Systemwahl auch die Bau- und Energievorschriften erfüllt sowie alle erforderlichen Bewilligungen (z.B. für Grundwasserfassung etc.) eingeholt werden und im weiteren Projektlauf keine unnötigen Verzögerungen infolge kostspieliger Projektüberarbeitungen entstehen.

3.2.2 Projekt- und Ausführungsphase

Die von der Bauherrschaft beauftragten Fachingenieure (z.B. SIA-Verträge) werden vom Energieingenieur über das ausgewählte System (Wärme/Kälte/WRG) orientiert und erhalten für die Ausarbeitung ihrer Projekte (Heizung, Lüftung/Klima, Kälte/WRG, Sanitär, Elektro/Beleuchtung etc.) die detaillierten Planungsvorgaben (technische Pflichtenhefte).

Die weiteren Schritte sind Bau- und Haustechnik-Projekte mit Investitions- und Betriebskosten sowie dem **Energienachweis** für die definitive Baubewilligung; Ausschreibungen, Arbeitsvergebungen, Lieferung und Ausführung der Arbeiten in Übereinstimmung mit den Vorgaben der Bauherrschaft.

Detailplanung und Ausführung werden vom Energieingenieur begleitet. Er übt dabei eine Kontrollfunktion im Auftrag der Bauherrschaft aus.

3.2.3 Abschlussphase und Betrieb

Nach Abschluss der Ausführungsarbeiten erfolgen die Inbetriebsetzung und die 1. Abnahme. Die Anlagen werden nun zusammen mit allen erforderlichen Unterlagen (Revisionspläne, Betriebsanleitungen, Messprotokolle etc.) der Bauherrschaft übergeben, und das zuständige Personal wird über den energiegerechten Betrieb und Unterhalt instruiert. Während der ersten ein bis zwei Betriebsjahre erfolgt dann die Betriebsoptimierung aufgrund von Leistungskontrollen und Energiebuchhaltung (Überprüfung der Vorgaben im Betrieb). Nach Ablauf der SIA-Garantiefrieten wird das Projekt mit der 2. Abnahme abgeschlossen, und die ordentliche Betriebsphase in der Verantwortung der Bauherrschaft beginnt (Kapitel 6, Betrieb und Unterhalt).



3.3 Die Beteiligten

3.3.1 Bauherrschaft und Betreiber

Der sorgfältige Umgang mit Energie und Umwelt ist eine Daueraufgabe für jedes Unternehmen - wie auch für jeden einzelnen. Die unternehmerischen Energieziele – sichere und wirtschaftliche Energieversorgung – sollen selbstverständlich im Einklang stehen mit den gesetzlichen Grundlagen und den Zielsetzungen auf Bundesebene von RAVEL und ENERGIE 2000. Voraussetzung für einen erfolgreichen Vollzug aller technischen und organisatorischen Massnahmen ist die Koordination des Energiewesens zwischen den Bau-, Betriebs- und Unterhaltsabteilungen innerhalb der einzelnen Detailhandelsorganisationen (Bild 3.2). Die zuständigen Stellen müssen bezeichnet und mit den nötigen Kompetenzen ausgerüstet werden. Ohne die aktive Unterstützung seitens der Geschäftsleitung ist jede Initiative von energieengagierten Mitarbeitern im Unternehmen wirkungslos. Damit also der rationellen Energieverwendung das gebührende Gewicht verliehen wird, muss ein Geschäftsleitungsmitglied die Funktion des **Energieverantwortlichen** wahrnehmen.

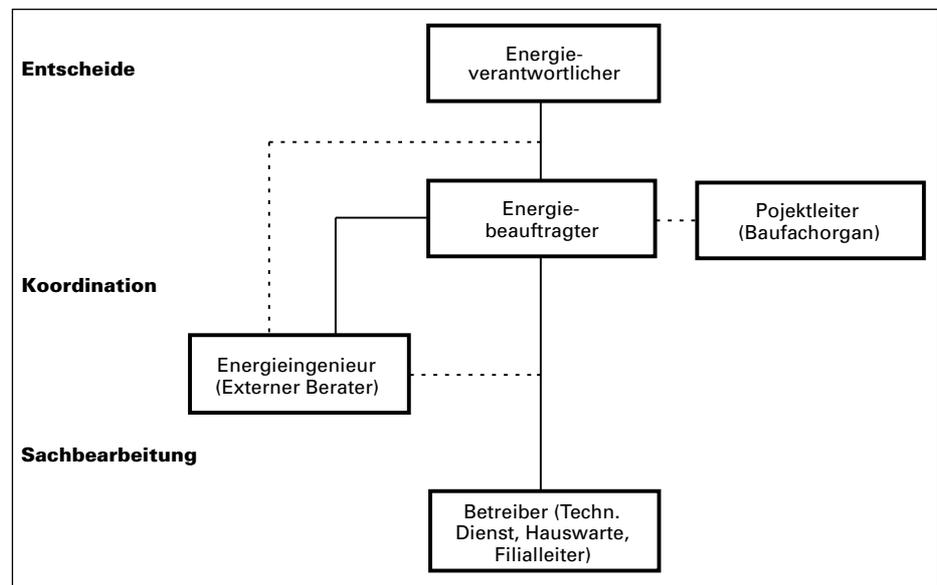


Bild 3.2
Koordination des
Energiewesens bei
der Bauherrschaft

Der **Energieverantwortliche** in der Geschäftsleitung

- setzt die energie- und umweltpolitischen Ziele im Rahmen des Unternehmensleitbildes,
- formuliert die Investitionsmodalitäten und Grundlagen für die Wirtschaftlichkeitsrechnungen (Investitionsgrenzen, Nutzungsdauer und Zinssätze),
- überwacht den Vollzug der energietechnischen Massnahmen,
- publiziert Ergebnisse von Energiespartätigkeiten des Unternehmens (PR-Wirkung und gleichzeitig verpflichtend, das Energiesparen als Daueraufgabe wahrzunehmen).



Der **Energiebeauftragte** ist verantwortlich für die Planung und Realisierung der energietechnischen Massnahmen bei Neu- und Umbauprojekten sowie im Rahmen von Betriebsüberwachung und Unterhaltsdienst. Er kann Anträge stellen und soll als Anwalt in allen energietechnischen Belangen wirken. Er ist ein Generalist, vorteilhafterweise mit einer Ingenieurausbildung in einer Haustechnikbranche, der die Zusammenhänge im ganzen System (Gebäude-Haustechnik-Betriebsabläufe) überblickt. Er formuliert die Aufträge an externe Fachleute und überwacht deren Ausführung.

Pflichtenheft-Vorlage bzw. Checkliste für einen Energiebeauftragten:

Funktion: Energiebeauftragter

Abteilung: _____

Vorgesetzte Stelle: _____

Stellvertretung: _____

Tätigkeitsbereich: Verkaufsstellen der Region _____,
Produktionsbetriebe _____ etc.

Aufgabenbereiche:

Koordinations und Beratungsfunktion, z.B.

- *Koordination der internen Stellen wie Baufachorgan, Betrieb etc. und der externen Energie- und Fachingenieure*
- *Vorbereitung der Anträge für den Energieverantwortlichen in der Geschäftsleitung (z.B. Kreditanträge)*
- *Formulierung von Aufträgen an interne und externe Stellen*
- *etc.*

Information und Weiterbildung, z.B.

- *Organisationsinterne Kontakt-, Auskunfts- und Ausbildungsstelle*
- *Aufbau und Nachführung einer Energiedokumentation*
- *Persönliche Weiterbildung (Einsatz neuer Techniken, Pilot- und Demonstrationsanlagen)*
- *etc.*

Kontrollfunktion, z.B.

- *laufende Energieverbrauchskontrolle (monatlich) und Jahresbilanz*
- *Kontrolle von Betrieb und Unterhalt der Haustechnikanlagen und Betriebseinrichtungen sowie der Gebäude hinsichtlich wirtschaftlicher und energetischer Aspekte*
- *etc.*

Kompetenzabgrenzung gegenüber

- *Baufachorgan, Projektleiter bei Neu- und Umbauprojekten*
- *Betreiber (Techn. Dienst, Hauswarte, Filialleiter) bei der Inbetriebnahme von Neuanlagen sowie beim Betrieb und Unterhalt bestehender Anlagen*

Informationspflicht _____



Der **Projektleiter** (Baufachorgan) hat als Hauptaufgabe die termingerechte Projektabwicklung unter Einhaltung der Baukosten und der geforderten Bauqualität. In seinem Stellenbeschrieb sind die Kompetenzabgrenzungen zum Energiebeauftragten geregelt.

Der **Filialleiter** hat als Hauptziele Umsatz, Qualität und Personalführung. In seinem Stellenbeschrieb ist die Kompetenzabgrenzung zum Energiebeauftragten betreffend Instruktion des Betriebs- und Ladenpersonals festgelegt (z.B. Bedienung der Heizung «dezentral» durch den Hauswart, Bedienung von Kälteanlagen durch den «zentralen» technischen Dienst).

3.3.2 Der Architekt

Der Architekt ist zusammen mit dem Energieingenieur verantwortlich, dass die Anforderungen und Vorgaben der Bauherrschaft im Energiekonzept umgesetzt werden können. Die allgemeinen Grundsätze für energiegerechtes Bauen und Sanieren (Kapitel 2) und die Energieziele der Bauherrschaft sind Bestandteil seines Pflichtenheftes. Deshalb muss die Gestaltung von Baukörper und Layout von Beginn weg in enger Zusammenarbeit mit Bauherrschaft (Energiebeauftragter) und Energieingenieur erfolgen.

3.3.3 Der Energieingenieur

Der Energieingenieur ist Auftragnehmer, Treuhänder und Berater der Bauherrschaft sowie Koordinator der Fachingenieure. Er wird auch als Energieplaner, Energieberater, Fachkoordinator oder technischer Koordinator bezeichnet.

Der Energieingenieur ist verantwortlich, dass die haustechnischen Anlagen und Installationen den tatsächlichen Bedürfnissen entsprechen und aufeinander abgestimmt werden in bezug auf

- Anordnung und Ausführung
- Leistung und Funktion
- Energieverbrauch und Umweltbelastung
- Bedienung und Unterhalt

Seine Hauptaufgabe ist die Umsetzung der Vorgaben der Bauherrschaft in ein Energiekonzept und die anschließende Formulierung der Planungsvorgaben für die Fachingenieure. Er muss die Vorgaben der Bauherrschaft kritisch überprüfen und deren Konsequenzen aufzeigen.



Pflichtenheft-Vorlage bzw. Checkliste für die Auftragsformulierung an einen Energieingenieur:

*Ausgangslage (zur Verfügung gestellte Unterlagen etc.)
Arbeitsmethodik, Bearbeitung in einzelne überschaubare Schritte aufteilen und Ziele der Bearbeitungsphasen festlegen.*

Leistungsumfang definieren (Form und Inhalt der abzuliefernden Resultate festlegen):

Studien- und Vorprojektphase:

- *Grundlagen und Randbedingungen beschaffen und festlegen*
- *Vorabklärungen bezüglich der notwendigen haustechnischen Installationen*
- *Vorabklärungen bezüglich technischer Zentralen und Haupttrassen wie:
Standorte
Abmessungen*
- *Erarbeitung Energiekonzept*
- *Wirtschaftlichkeitsberechnung*

Projekt- und Ausführungsphase:

- *Formulierung der Planungsvorgaben für die Fachingenieure aufgrund des genehmigten Energiekonzeptes*
- *Kontrolle der Planungs- und Ausführungsunterlagen auf Übereinstimmung mit dem Energiekonzept und den Planungsvorgaben*
- *Kontrolle und Genehmigung der vorgesehenen, geplanten Anlagensysteme und Regulierkonzepte*
- *Mitarbeit bei der Bearbeitung Mieterspezifischer Bedürfnisse/Anforderungen*
- *Vertretung und Durchsetzung der Bedürfnisse/Anforderungen des Bauherrn*
- *Mitarbeit bei Erarbeitung Energie-Messkonzept, Messschema Energiekosten-Verteilschlüssel*
- *Abgabe von Empfehlungen bezüglich Steuer- und Überwachungsorgane wie: zentrale Schaltuhren, zentrale Überwachung, Störungs- und Alarmmeldung*
- *Mitarbeit für die räumliche Aufteilung der technischen Zentralen*
- *Leitung bzw. Teilnahme an Planungs- und Koordinationsbesprechungen.*

Abschlussphase:

- *Kontrolle der betriebsbereiten Anlagen inkl. Messungen, Registrierungen, Funktions- und Leistungskontrollen mit entsprechendem Bericht*
- *Instruktion Betriebs- und Unterhaltspersonal bezüglich Gesamtkonzept*
- *Zusammenstellen der Bauherrendokumentation*



3.3.4 Die Fachingenieure

Die Fachingenieure können vom Energieingenieur bereits in der Konzeptphase beigezogen werden, insbesondere für Kostenschätzungen von Anlagenvarianten. Nach erfolgter Systemwahl werden sie von der Bauherrschaft mit der Ausarbeitung der verschiedenen Haustechnik-Projekte beauftragt (z.B. SIA-Verträge). Vom Energieingenieur erhalten sie die Planungsvorgaben (technisches Pflichtenheft). Damit wird sichergestellt, dass die konzeptionellen Ideen in den Projekten, Ausschreibungen und Ausführungsunterlagen umgesetzt werden. Die Inbetriebsetzung und Abnahme der Anlagen erfolgt im Team unter Leitung des Energieingenieurs.

3.3.5 Die Unternehmer

Die Unternehmer erhalten als Grundlage für ihre Offerten Ausschreibungstexte und Pläne der Fachingenieure. In den weiteren Phasen werden zuerst die Offerten und später die Ausführungsunterlagen vom Energieingenieur überprüft, insbesondere auf die Übereinstimmung mit dem Energiekonzept und den Planungsvorgaben.

Die Ausführungsleistungen der Unternehmer beruhen auf Werkverträgen. Diese beinhalten eine Erfolgshaftung für die vom Unternehmer bzw. Lieferanten übernommenen Leistungen.



4. Energiekonzept

4.1 Zielsetzungen und Vorgehenssystematik

Die Ausarbeitung des Energiekonzeptes ist eine Teilleistung des Energieingenieurs in der Studien- und Vorprojektphase. Dabei werden die folgenden Ziele angestrebt:

- Energiebedarf minimal halten
- Nur zwingend notwendige Installationen, keine überdimensionierten Anlagen
- Energieverluste der Haustechnikanlagen minimieren
- Energiegewinne bestmöglichst ausnützen
- Zweckmässige Deckung des verbleibenden Energiebedarfs

Der Laden bzw. das Gebäude heizt sich infolge des grossen Stromverbrauchs bis zu relativ tiefen Aussentemperaturen selbst. Ein bedeutender Teil des Wärmebedarfs kann also mittels Wärmerückgewinnung (WRG) gedeckt werden, und die Restwärmeerzeugung erfolgt mit einem einfachen System mit möglichst geringer Umweltbelastung.

Das folgende Darstellungsbeispiel der Aussentemperatur zeigt, zu welchen Teilen der Wärmebedarf durch direkte Wärmegevinne von internen Lasten und Wärmerückgewinnung (WRG) bzw. durch die Restwärmeerzeugung gedeckt werden kann.

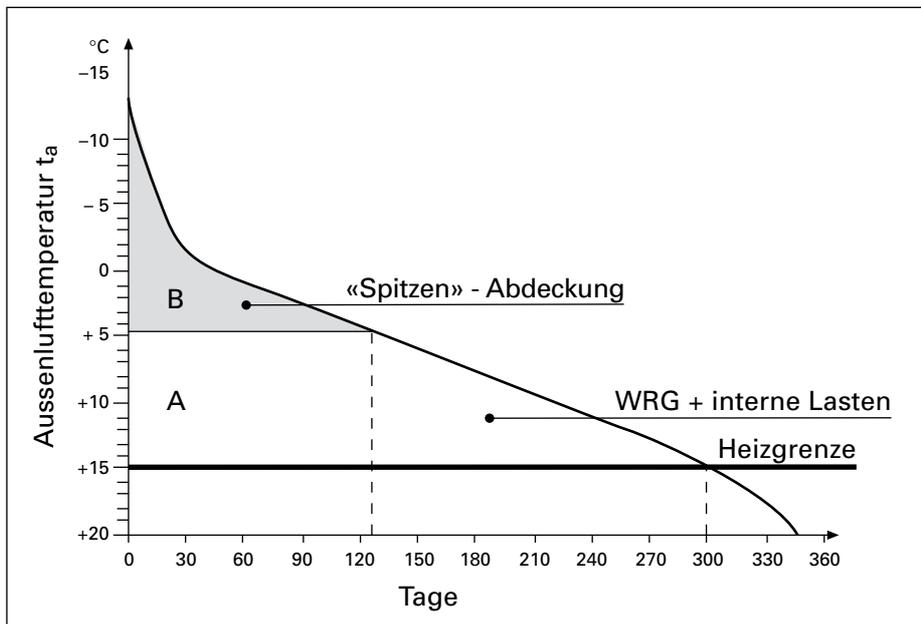


Bild 4.1
Darstellungsbeispiel
«Wärmebedarfsdeckung»

Im vorliegenden Beispiel decken die genutzten Wärmegevinne (WRG und interne Lasten)

- ca. 60% vom Wärmeverbrauch (entspricht der Fläche A) bzw.
- ca. 40% vom Wärmeleistungsbedarf

und die «Spitzen»-Abdeckung erfolgt mit der Restwärmeerzeugung mit Anteilen von

- ca. 40% vom Wärmeverbrauch (entspricht der Fläche B) bzw.
- ca. 60% vom Wärmeleistungsbedarf.



Die Darstellung des Gesamtenergiehaushalts erfolgt mit einem Energieflussdiagramm (Verbrauch eines Lebensmittelladens mit ca. 1800 m² Verkaufsfläche sowie Allgemeinverbrauch inkl. Einstellhalle in einem Geschäftshaus):

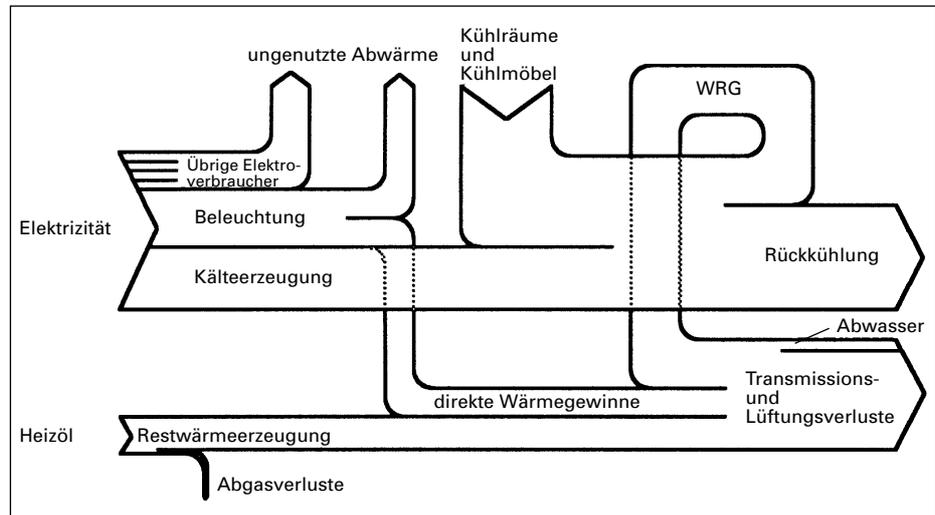


Bild 4.2
Darstellungsbeispiel
«Energieflussdiagramm»

Was kann aus dem Energieflussdiagramm gelesen werden?

- 1) Der Elektrizitätsverbrauch für:
 - Kälteerzeugung
 - Beleuchtung
 - Übrige Elektroverbraucher wie Heizungspumpen, Lüftungsventilatoren, Lifte, Rolltreppen etc.sowie der Brennstoff-Jahresverbrauch (Erdgas, Heizöl) für die Restwärmeerzeugung.
- 2) Mittels Kältemaschine abgeführte Wärme aus Kühlräumen und Kühlmöbeln; mit den Kühlmöbeln wird indirekt auch Wärme aus dem Laden abgeführt.
- 3) Genutzte Abwärme aus gewerblicher Kälte mittels Wärmerückgewinnung (WRG) sowie direkte Wärmegewinne von der Beleuchtung.
- 4) Ungenutzte Abwärme (Verluste) wie:
 - Abgas (Kamin)
 - Beleuchtung
 - Weitere Elektroabwärme
 - Rückkühlung der Kälteanlagen
 - Transmissions- und Lüftungsverluste (Gebäudehülle und Fortluft)
 - Abwasser (Kanalisation).



Damit die Zielsetzungen erreicht werden, müssen Bauherrschaft und Architekt in den **Entscheidungsprozess** miteinbezogen werden: Bei der **Energiekonzeption** werden alle wichtigen Randbedingungen wie:

- Gebäudehülle
- Nutzungszonen, Layout
- Komfortanforderungen
- Interne Lasten
- Technisierungsgrad

im Team definiert. Zudem müssen die Kenngrößen für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit Bauherrschaft und Versorgungsunternehmen (Elektrizität, Fernwärme, Erdgas, Wasser) abgesprochen werden.

Zur Erläuterung des Arbeitsablaufes werden in den folgenden Abschnitten die einzelnen Arbeitsschritte beschrieben:

- Zusammenstellen der Grundlagen, Vorgaben und Annahmen (4.2)
- Bestimmen von Leistungs- und Energiebedarf (4.3)
- Untersuchen der Energieversorgungsmöglichkeiten (4.4)
- Beschreibung und Beurteilung von Anlagevarianten, Bestimmen der Standorte und Größen der technischen Zentralen für Heizung, Lüftung, Kälte, Sanitär und Elektro sowie der Haupttrassen für Leitungen und Kanäle (4.5)
- Beschreibung der Verbrauchsmessung für Energie und Wasser mit einem Vorschlag für den Nebenkostenverteilschlüssel (4.6)

Der Energieingenieur verfasst einen Bericht (**Das Energiekonzept**) mit einer Zusammenfassung des Variantenvergleichs (Leistungsbilanz, Energieflussdiagramm, Investitions- und Betriebskosten, Umweltbelastung und Versorgungssicherheit) sowie einer Empfehlung für die Systemwahl (4.7). Mit dem Systementscheid der Bauherrschaft, vertreten durch Energiebeauftragten und Projektleiter (Baufachorgan), erfolgt die Genehmigung des Energiekonzepts. Damit sind die Grundlagen für die weitere Projektbearbeitung durch die Fachingenieure festgelegt (Kapitel 5. Planungsvorgaben).



4.2 Grundlagen und Vorgaben

Als erstes werden die Benutzeranforderungen und deren Bandbreite festgelegt. Zusammen mit den klimatischen und betrieblichen Gegebenheiten lassen sich daraus die technischen Anforderungen für Gebäude und Haustechnikanlagen festlegen. Zusammen mit den **Grundlagen und Vorgaben der Bauherrschaft werden** an dieser Stelle auch die vom Energieingenieur getroffenen **Annahmen für die Energiekonzeption** festgehalten.

- Projektbeschrieb mit
 - Bauabsicht (Neu-, Umbau, Total-, Teilsanierung)
 - Situationsplan
 - Erste Architektenpläne (Mst. 1 : 100), evtl. Modell, Wettbewerbsunterlagen
 - Raumprogramm, Nutzungszonen wie Verkaufsflächen und zugehörige Infrastruktur, weitere Objektnutzung wie Büros, Praxen, Wohnungen
 - etc.

Wichtig: An dieser Stelle sind bereits erste Gespräche zwischen Energieingenieur und Architekt erforderlich, damit Standorte und Grössen der **technischen Zentralen** sowie die Haupttrassen für **Leitungen** und **Kanäle** zweckmässig geplant werden können. Damit wird zusammen mit der Bauherrschaft auch die Frage «Wieviel Technik wollen bzw. brauchen wir?» beantwortet.

- Weitere Unterlagen wie
 - SIA-Empfehlungen
 - SWKI-Richtlinien
 - Energievorschriften (Kantonale Energieverordnung, örtliches Baureglement)
 - Anschlussbedingungen und Tarifreglemente für Elektrizität, Erdgas, Fernwärme, Wasser/Abwasser
- Checkliste mit Beispielen von Benutzeranforderungen, Vorgaben und Annahmen für Leistungsbilanz und Energiebudget:

Betriebszeiten

- Laden: 3600 Std./Jahr
- Weitere Nutzungszonen wie z.B. Restaurant, Bäckerei etc.

Raumklima

- Raumtemperatur im Winter min. 18 °C bzw. im Sommer max. 26 °C (bei 32 °C Aussentemperatur)
- Luftfeuchtigkeit: Anlagekonzept möglichst ohne Befeuchtung, z.B. mit Enthalpie-WRG
- Aussenlufttrate: 15 m³/h Person

Personenbelegung

- Verkauf, z.B. 1 Pers./10 m²

Beleuchtung

- Maximale spezifische Leistung bzw. Wärmebelastung für die Nutzungszonen bei empfohlener Beleuchtungsstärke (Lux):

| | | |
|----------------|---------------------|--|
| Verkauf Total | 15 W/m ² | (Grundbeleuchtung 6 bis 10 W/m ²) |
| Lager | 5 W/m ² | |
| Einstellhallen | 8 W/m ² | (aus Sicherheitsgründen nicht zu tief, Frauenparkplätze in Liftnähe) |



Gebäudehülle, Gläser

- Winterlicher Wärmeschutz gemäss Energiegesetzgebung
- Sommerlicher Wärmeschutz, insbesondere Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung

Warmwasser

Boilertemperatur 60 °C

Warmwasserverbrauch (l/Tag) bzw. Spitzen (l/h) für

- Laden mit/ohne Metzgerei und Fisch
- Restaurant
- Wohnungen
- Büros etc.

Gewerbliche Kälte

Kühlmöbel: – Hohe Verdampfungstemperatur, grosse Verdampferflächen

- Beleuchtung aussen
- Nachtdeckung und Temperaturanhebung

Kühlräume: – Wärmedämmung gemäss gesetzlichen Bestimmungen

- Aussen ummauert (Rammschutz)

Kälteanlage: – Kältemittel: Kein R12 und R502! Umweltbelastung und Wartungsaufwand beachten.

- Anlagentyp (z.B. 2-Stufenanlage mit R22)
- Ziel: Wärmerückgewinnung ohne zusätzlichen Einsatz von Elektrizität.
- Rückkühlung (z.B. luftgekühlte Kondensatoren)

Elektrizitäts-Verbrauchsrichtwerte für 3 Ladenkategorien, spezifischer Verbrauch pro m² Verkaufsfläche (VKF):

| Verkaufsfläche (m ²) | Stromverbrauch (kWh/m ² a) |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| < 300 m ² | 500 |
| 300–2000 m ² | 410 |
| > 2000 m ² | 370 |

Richtwerte für Brennstoffe und Wasser

Der Richtwert für den spezifischen Brennstoffverbrauch liegt zwischen 60 und 120 kWh pro m² Verkaufsfläche und Jahr. Der Wasserverbrauch soll 1 m³ pro m² Verkaufsfläche und Jahr nicht überschreiten.

Kommentar:

- Die vorliegenden Elektrizitätsverbrauchs-Richtwerte können durch Anwendung des heutigen Standes der Technik erreicht und, wie Beispiele zeigen, noch unterboten werden.
- Der spezifische Elektrizitätsverbrauch pro m² Verkaufsfläche ist für kleine Läden grösser, da vor allem der Anteil für die gewerbliche Kälte stärker ins Gewicht fällt.
- Alle Richtwerte gelten für Neubau und Sanierung, da beim Ladenumbau meist die gesamten Installationen erneuert werden.



4.3 Der Leistungs- und Energiebedarf

Aufgrund der Vorgaben der Bauherrschaft sowie der vom Energieingenieur getroffenen Annahmen werden Leistungs- und Energiebedarf für die «Energiedienstleistungen»

- Wärme (Raumheizung, Lüftung, Warmwasser, Prozesse)
- Kälte (Gewerbliche Kälte, Raumklima, Prozesse)
- Licht (Grund-, Akzent- oder Effekt-, Notbeleuchtung)
- Kraft, Kommunikation und Informatik

ermittelt. Das Ziel ist, den **Bedarf** durch sparsame Energieverwendung zu **minimieren**.

Das Energie-Spar-Prinzip

Energie (kWh/a) = Leistung (kW) x Betriebszeit (h/a)

Energieeinsparungen können also durch Reduktion bzw. Begrenzung der Leistung und/oder der Betriebszeit erzielt werden.

Beispiel Ladenbeleuchtung: Die Betriebszeit der «Vollbeleuchtung» kann mit einem Zeitprogramm (Schaltuhr) auf die Ladenöffnungszeiten beschränkt werden und ausserhalb der Öffnungszeiten wird die Beleuchtung reduziert (z.B. auf ein Drittel) bzw. abgeschaltet.

Wie das folgende Beispiel zeigt, bedeutet eine grosse Leistung nicht gleichzeitig einen grossen Jahresverbrauch.

| | Gewerbliche Kälte | Klima Kälte |
|---|-------------------|-------------|
| Kälteleistung (kW) | 84 | 114 |
| Elektrische Leistung inkl. Rückkühlung (kW) | 48 | 38 |
| Betriebsstunden (h/a) | 4000 | 700 |
| Jahresstromverbrauch (kWh/a) | 138 000 | 16 500 |
| Investitionskosten (Fr.) | 105 000 | 85 000 |
| Energiekosten inkl. Leistungspreis (Fr./a) | 20 000 | 4000 |

Der Energieverbrauch der Klima-Kühlung ist wegen der wenigen Jahresbetriebsstunden verhältnismässig klein. Kann die Kühlung jedoch vermieden werden (Reduktion der internen Lasten, Sonnenschutz, Nachtluftkühlung), entfallen bedeutende Investitions- und Unterhaltskosten, und auch die Elektrizitätskosten werden je nach Einfluss der Leistungsspitzen mehr oder weniger reduziert. Demgegenüber ist die Gewerbliche Kälte ein Dauerverbraucher. Eine gut konzipierte Anlage wird also mit minimalem Leistungsbedarf und hoher Auslastung betrieben.

Wie können die Energieverbrauchsrichtwerte eingehalten werden?

Mit den folgenden Checklisten kann die Vollständigkeit der Leistungs- und Energiebedarfs-Berechnungen bzw. -Abschätzungen überprüft werden. Richtwerte für die einzelnen Anwendungen in den verschiedenen Nutzungszonen können, soweit vorhanden, der Empfehlung SIA 380/4 «Elektrische Energie im Hochbau» entnommen werden. Die **Illustration der Jahresverbrauchswerte** erfolgt am zweckmässigsten mit dem **Energieflussdiagramm** (Bild 4.2).



4.3.1 Checkliste Wärmebedarf

Voraussetzung bzw. Annahme:

Wärmeschutz Gebäude/Fenster, z.B. mittlerer k-Wert < ... W/m²K.

| Nutzungszone (Laden, Lager etc.) | Temperaturbereich [°C] | Leistungsspitze [kW] | Jahresverbrauch [kWh/a] |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Statische Heizung | | | |
| Lüftung/Klima | | | |
| Warmwasser | | | |
| evtl. Prozesse | | | |
| Total | | | |

4.3.2 Checkliste Gewerbliche Kälte/WRG

| Variante (ohne WRG/mit WRG) | Temperaturbereich [°C] | Leistungsspitze [kW] | Jahresverbrauch [kWh/a] bzw. Angebot |
|--|---------------------------|-------------------------|---|
| Bedarf Total | | | |
| davon Pluskühlung Tiefkühlung | | | |
| davon Kondensation Überhitzung | | | |
| Elektrizitätsbedarf Kälteerzeugung | | | |
| Abwärme HT | > 40 | | |
| Angebot NT | < 40 | | |
| davon genutzt HT | > 40 | | |
| NT | < 40 | | |
| Hilfsenergie für Rückkühlung, WRG etc. | | | |

Kältemittel

- Gesetzliche Vorschriften: BUWAL-Liste nach Verordnung über den Schutz der Gewässer vor wassergefährdenden Flüssigkeiten (VWF), kein R12 und R502 einsetzen!
- Publikationen von Fachverbänden und Kältemittelherstellern
- Vorgaben Bauherrschaft (z.B. Leitbild Energie und Umwelt)

Zur Zeit ist eine Reihe neuer Kühlmittel – mit firmenspezifischen Bezeichnungen! – in Entwicklung. Das Ozonschichtzerstörungspotential kann auf Null und der Treibhauseffekt auf weniger als ein Viertel des «Bezugskältemittels» R11 reduziert werden. Wesentlich ist, dass kein zusätzlicher Stromverbrauch (Treibhauseffekt durch die Stromproduktion) resultiert. Für den Energieingenieur ist das Kältemittel ein Entscheidungskriterium für die Systemwahl. Das **Kältemittel-Produkt** ist massgebend für die Druck- und Temperaturbereiche des Kälteprozesses bzw. für das Anlagekonzept und somit auch für den Leistungs- und Energiebedarf der Kälteerzeugung. Neben der Anlagegrösse (Kälteleistung) sind die räumliche Disposition (Leitungslängen) und die Art der Kälteverteilung zu den



Kühlstellen (z.B. mit einem sekundären Sole-Kreislauf) massgebend für die **Kältemittel-Menge**. Je kleiner die Kältemittel-Menge, desto geringer die Umweltbelastung – sofern nicht mehr Energie verbraucht wird. Kältemittel und Anlagekonzept haben weitere Auswirkungen auf Investitions- und Betriebskosten, insbesondere auf den Wartungsaufwand.

4.3.3 Checkliste Beleuchtung

Mit den Vorgaben in Kapitel 4.2 wie maximale spezifische Anschlussleistung und Betriebszeiten erfolgen die grundsätzlichen Überlegungen betreffend Wärmeeintrag durch die Beleuchtung und Elektrizitätsbedarf (max. Anschlussleistung und Schätzung Jahresverbrauch).

| Nutzungszone (Laden, Lager etc.) | Fläche [m ²] | Beleuch- tungsstärke und -art | Leistung [kW] | Jahres- verbrauch [kWh/a] |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Laden Grundbeleuchtung | | | | |
| Laden Akzentbeleuchtung | | | | |
| Lager | | | | |
| Einstellhalle | | | | |
| Div. | | | | |
| Total | | | | |

Die Planungsvorgaben (5.7.2) für die Detailprojektierung (lichttechnische Gütemerkmale, Ziel- bzw. Richtwerte) und die energetischen Vorgaben müssen aufeinander abgestimmt sein. Bei widersprüchlichen Anforderungen ist ein **Bauherrenentscheid** erforderlich.

4.3.4 Checkliste Elektrizitätsverbraucher

Liste der «grossen» Einzelverbraucher bzw. Verbrauchergruppen mit Leistungsbedarf (kW), Betriebszeit (z.B. Std./Tag/Woche/Jahr, evtl. separate Angaben für Sommer- und Winterbetrieb) sowie Jahresenergieverbrauch (evtl. separat für Sommer- und Winterhalbjahr):

- Wärme (4.3.1)
Hat es Elektrowärme-Verbraucher; welche?
Der hochwertige Energieträger Elektrizität sollte nicht zu Heizzwecken eingesetzt werden!
Massnahmen: Wärmebedarf reduzieren bzw. eliminieren und die Energieträgerwahl für die Deckung des verbleibenden Wärmebedarfs überprüfen (möglichst geringe Umweltbelastung, Wirtschaftlichkeit etc.).

Hilfsenergie «Heizung» wie Pumpen, Schaltschrank etc.

- Gewerbliche Kälte (4.3.2)
Verdichter (Kältekompressoren)
Hilfsenergie Kälteerzeugung
Rückkühlung und WRG-Anlagen (Ventilatoren, Pumpen, Schaltschrank etc.)

Hilfsenergie bei den Kühlstellen (Ventilatoren, Rahmenheizungen etc.)



- Beleuchtung (4.3.3)
Grund-, Akzent- oder Effektbeleuchtung der verschiedenen Nutzungszonen; Aussenbeleuchtungen. Notbeleuchtung nicht vergessen.
- Lüftung/Klima
Leistungs- und Energiebedarfsschätzung für
 - Luftförderung (Ventilatoren), energiesparendes Konzept z.B. durch Mehrfachnutzung der Luft «Laden-Lager-Nebenräume-Einstellhalle-Fortluft»; maximale Aussenlufrate etc.
 - Klima-Kühlung (Bedarfsermittlung anhand der Kühlleistungsbilanz in Abschnitt 4.3.7).
 - Befeuchtung (nur in Metzgerei und Fischabteilungen)
 - Hilfsenergie «Lüftung/Klima» wie Internpumpen, Schaltschrank etc.
- Personen- und Warentransportanlagen
 - Personen-, Warenlifte
 - Rolltreppen und -bänder etc.
- Übrige Elektroverbraucher
 - Rechner- und Kommunikationsanlagen, Kassen, z.T. Dauerverbraucher, evtl. mit unterbrechungsfreier Stromversorgung (USV)
 - Elektroapparate und Geräte, z.B.
Bürogeräte
Verpflegungsautomaten
Küchen-/Restauranteinrichtungen
Tankstelleneinrichtungen
etc.

Damit in den folgenden Abschnitten der Wärmeleistungs- bzw. Kühlleistungsbedarf bilanziert werden kann, muss für die einzelnen Elektroverbraucher beurteilt werden, ob sie als interne Lasten wirken und wieviel Abwärme

- a) genutzt werden kann und somit die Heizung «entlastet» (Energieflussdiagramm Bild 4.2) bzw.
- b) weggekühlt werden muss, damit die geforderten Raumklimabedingungen eingehalten werden können.

4.3.5 Sonneneinstrahlung und Personenabwärme

Aufgrund der Vorgaben und Annahmen betreffend Gestaltung der Gebäudehülle und der Personenbelegung werden die nutzbaren Wärmegewinne bzw. die Kühllasten bestimmt und für die folgenden Schritte

- Wärmeleistungsbilanz und Auslegung der Restwärmeerzeugung bzw.
- Kühlbilanz und Entscheid Klima-Kühlung ja/nein?

weiterverwendet.



4.3.6 Wärmeleistungsbilanz

Die Bilanzierung von Wärmeleistungsbedarf (4.3.1), Wärmerückgewinnung (4.3.2), direkt nutzbare Wärmegewinne von Beleuchtung (4.3.3) und weiteren Elektroverbrauchern (4.3.4) sowie von Sonneneinstrahlung und Personen (4.3.5) dient als Grundlage für die **Auslegung der Restwärmeerzeugung**. Dabei sind noch die folgenden zwei Punkte zu beachten:

- Der Wärmeleistungsbedarf für die Warmwasserbereitung kann ausserhalb der Spitzenzeiten gedeckt werden (WW-Speicher) und muss demzufolge bei der Dimensionierung der Restwärmeerzeugung nicht berücksichtigt werden.
- Über die Kühlmöbel wird Wärme aus dem Laden abgeführt, die entsprechenden Kühlmöbel-Verluste müssen in der Wärmeleistungsbilanz berücksichtigt werden.

4.3.7 Kühlleistungsbilanz

Die Bilanzierung der internen Wärmelasten (Beleuchtung und weitere Elektroverbraucher, Personen) sowie der Sonneneinstrahlung dient als Grundlage für die Beantwortung der Frage «Klima-Kühlung ja/nein?». Dabei ist zu beachten, dass die Kühlmöbel Wärme aus dem Laden abführen und diese Kühlmöbel-«Verluste» den Leistungsbedarf einer allfälligen Klima-Kühlung entsprechend reduzieren.

Aufgrund von Leistungs- und Energiebedarfsberechnungen (Kapitel 4.3) und Energieversorgungsvarianten (Kapitel 4.4) kann anschliessend der Gesamtenergiehaushalt für jede Anlagenvariante in einem Energieflussdiagramm dargestellt und gemäss Kapitel 4.5 verglichen werden.



4.4 Die Energieversorgung

Wegen des grossen Elektrizitätsverbrauchs besteht bei Lebensmitteläden ein enormes Abwärmeangebot, mit welchem der Wärmebedarf durch direkte Wärmegewinne (z.B. Beleuchtung) sowie durch Wärmerückgewinnung (Gewerbliche Kälte, Lüftungsanlagen) zu einem grossen Teil gedeckt werden kann (Energieflussdiagramm in Bild 4.2).

Für die Spitzendeckung wird an wenigen kalten Tagen eine verhältnismässig grosse Leistung benötigt (Bild 4.1), die Restwärmeerzeugungsanlage weist demzufolge nur kurze Betriebszeiten auf. Aufgrund dieser Gegebenheiten ist der Einsatz von **Heizöl** für die Restwärmeerzeugung sowohl aus energieverversorgungspolitischer wie aus betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll.

Die leitungsgebundenen Energieträger Erdgas und Fernwärme bedingen bedeutend grössere Investitionen als eine Ölheizung. Ausserdem sind die Versorgungsunternehmen gerade in der kältesten Zeit eher daran interessiert, Bezüger mit 2-Stoffanlagen abzuschalten, als zusätzliche Leistungen zu liefern.

Ähnliche Überlegungen sprechen gegen den Einsatz von Wärmepumpen zur Spitzendeckung. Auch Elektrizität ist in der kältesten Zeit nur knapp verfügbar. Vor allem braucht es bei tiefen Aussenlufttemperaturen eine hochwertige Wärmequelle (Grundwasser oder Erdreich) und auf den Spitzenbedarf ausgelegte Anlagen, welche wegen der kurzen Laufzeiten überdurchschnittlich hohe Kosten verursachen.

Elektrizität ist ein hochwertiger Energieträger, welcher für Beleuchtung, Kraft (Antriebe von Kältekompressoren, Pumpen, Ventilatoren, Transportanlagen etc.), Kommunikation und Informatik zur Anwendung kommt. Der Elektrizitätseinsatz ist sauber und bequem, da die Anschlussleistung (noch) kein einschränkendes Kriterium und der Energietransport direkt zum Anwendungsort sehr einfach ist. Deshalb soll Strom für die Wärmeerzeugung (Elektrodampfbefeuchter, elektrische Abtauung etc.) nur sehr zurückhaltend eingesetzt werden, damit er nicht dort fehlt, wo er unersetzlich ist: bei Licht, Kraft und Prozessen.

Die bei der thermischen Stromproduktion in Grosskraftwerken anfallende Abwärme wird grösstenteils ungenutzt an die Umgebung abgegeben, da der Transport von Wärme viel aufwendiger ist als der Transport von Elektrizität. Eine Möglichkeit zur Nutzung dieser Abwärme bietet die dezentrale Stromerzeugung mittels Wärmekraftkopplung (WKK). Die kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme ist also dort angezeigt, wo der Wärmebedarf genügend lange Laufzeiten (z.B. mindestens 4000 Stunden) ermöglicht. Dies ist bei Lebensmitteläden infolge des grossen Abwärmeangebots von den gewerblichen Kälteanlagen meist nicht der Fall. Der potentielle Standort für WKK-Anlagen ist also bei grossen Wärmebezüger (z.B. Spitäler, Heime etc.), und die Elektrizität kann über das vorhandene öffentliche Netz zum Verbraucher (z.B. für Gewerbliche Kälte, EDV etc.) transportiert werden.

Eine rationelle Energieversorgung bedingt also die Beachtung der vorgehenden allgemeinen Grundsätze für die Energieträgerwahl sowie spezielle Kriterien für das betreffende Objekt bezüglich

- Versorgungssicherheit
- Lagerung (Platzbedarf)
- Bedarfsspitzen (Leistungspreis für Elektrizität)
- Umweltbelastung
- Kosten (Investitionen und Betrieb).

Abwärmenutzung

Restwärmeerzeugung mit Heizöl

Erdgas und Fernwärme

Wärmepumpen (WP)

Elektrizität

Wärmekraftkopplung (WKK)

Rationelle Energieversorgung



4.5 Anlagensysteme und Variantenvergleich

Der Verkaufsladen hat infolge des grossen Stromverbrauchs ein Abwärmeangebot, welches in erster Priorität für die Deckung des Wärmebedarfs im Gebäude (WRG für Warmwasser und zur Unterstützung der Raumheizung von Wohnungen, Büros etc.) genutzt werden kann. Besteht im untersuchten Objekt ein Abwärmeüberangebot, dann sollte die Versorgung von externen Verbrauchern in benachbarten Liegenschaften geprüft werden.

Bei der Ausarbeitung von Anlagenvarianten müssen also auch die Systemgrenzen kritisch überprüft und eventuell angepasst werden, damit der Gesamtenergiehaushalt optimiert werden kann. Entscheidende Bedeutung haben dabei auch die Eigentumsverhältnisse bzw. die Bereitschaft zur Zusammenarbeit von Miteigentümern.

Als Entscheidungsgrundlage werden für jede Variante

- die Leistungsbilanzen
- der Jahres-Gesamtenergiehaushalt (Energieflussdiagramm)
- die Investitions- und Betriebskosten
- die Schadstoffemissionen

ermittelt und miteinander verglichen.

Die Leistungsbilanzen

Die Wärme- und Kühlleistungsbilanzen sowie die Leistungsbilanz der Elektroverbraucher sind in Abschnitt 4.3 beschrieben. Sie dienen in erster Linie zur Auslegung der Wärme- und Kälteerzeugungsanlagen sowie für die Elektrizitätsversorgung, z.B. Heizkessel- und Brennerleistung, Kältekompressor, WRG-Speicher etc. Damit sind auch die Grundlagen für die Investitionskostenschätzung und den Raumbedarf bekannt.

Der Jahres-Gesamtenergiehaushalt

In einem nächsten Schritt wird aufgrund von Leistungsbedarf und Betriebszeiten der Gesamtenergiehaushalt ermittelt und im Energieflussdiagramm grafisch dargestellt. Das Darstellungsbeispiel im Bild 4.2 zeigt

- 1) den Elektrizitäts-Jahresverbrauch für Kälteerzeugung, Beleuchtung etc. sowie den Brennstoff-Jahresverbrauch für die Restwärmeerzeugung;
- 2) die mittels Kältemaschine abgeführte Wärme aus Kühlräumen und Kühlmöbeln;
- 3) genutzte Abwärme (WRG und direkt genutzte Wärmegewinne);
- 4) ungenutzte Abwärme bzw. Verluste.

Bemerkung 1: Der Wärmebedarf für Heizung und Lüftung entspricht den Wärmeverlusten durch die Gebäudehülle und der Aussenlufterwärmung, d.h. die Wärmerückgewinnung mittels Umluft sowie die Mehrfachnutzung der Luft (z.B. Laden-Lager-Nebenräume-Einstellhalle) sind berücksichtigt.

Bemerkung 2: Beleuchtung und weitere Elektroabwärme im Gebäude sowie Wärmeeintrag durch Personen und Sonneneinstrahlung leisten im Winter einen willkommenen Beitrag zur Wärmebedarfsdeckung, sofern die Regulierung entsprechend konzipiert ist und damit der Energieverbrauch für die Restwärmeerzeugung reduziert wird.



Bemerkung 3: Übersteigt die Raumtemperatur den zulässigen Maximalwert, muss der überschüssige Wärmeeintrag (Beleuchtung und weitere Elektroabwärme, Personen, Sonne) weggekühlt werden (Klima-Kühlung). Vor dem Entscheid für eine Klimakühlung sollen folgende Massnahmen geprüft werden:

- Reduktion des Wärmeeintrags durch sparsamen Stromverbrauch und Sonnenschutzmassnahmen
- Nachtluftkühlung
- Evtl. höhere zulässige Maximaltemperaturen an wenigen einzelnen Tagen im Hochsommer
- Erdregister, wenn damit Klimakältekompressor entfällt
- etc.

Welche weiteren Informationen können aus dem Energieflussdiagramm abgeleitet werden?

- Ermittlung des spezifischen Strom- und Brennstoffverbrauchs (pro m² Verkaufsfläche) und Überprüfung, ob die Richtwerte eingehalten werden.
- Beurteilung der WRG: Anteile genutzter und ungenutzter Abwärme, Energieeinsatz (Elektrizitätsverbrauch) für die Wärmerückgewinnung.
- Entscheidungsgrundlagen für das Messkonzept: Nur Messungen von bedeutenden Einzelverbrauchern bzw. Verbraucherguppen.
- Vergleich der verschiedenen Varianten mit einem Referenzsystem «ohne WRG».

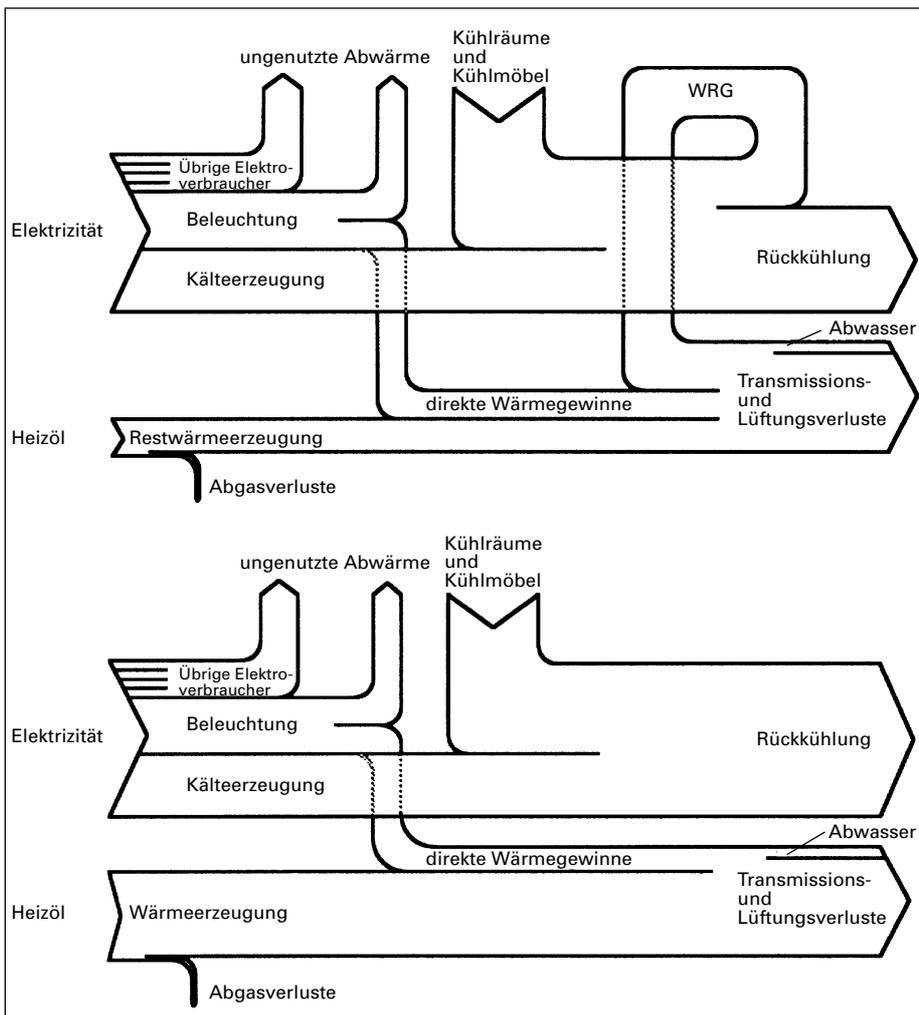


Bild 4.3
Energieflussdiagramm,
Darstellungsbeispiel mit
und ohne WRG



Die Investitions- und Betriebskosten

- Investitions-**Mehrkosten** für WRG und weitere Energiesparmassnahmen, z.B. bei Beleuchtung, Transportanlagen etc.
- Energiekosten (inkl. Wasser/Abwasser)
- Übrige Betriebskosten für Bedienung und Unterhalt: Hier ist die Komplexität der Anlagen massgebend für die Anforderungen an den Betreiber und somit für die Personalkosten.

Die Schadstoffemissionen (lokal aus Brennstoffen)

- Jahresfrachten von
 - Luftschadstoffen wie NO_x, SO₂, CO
 - Treibhausgas CO₂aus Brennstoffen (Erdgas, Heizöl etc.)
- Beurteilung der Risiken durch Kältemittel aufgrund der verwendeten Produkte und Mengen: Zerstörung der Ozonschicht, Treibhauseffekt, Toxizität (Ammoniak), Explosionsgefahr (brennbare Kohlenwasserstoffe) etc.
Evtl. Beurteilung der Umweltbelastung durch den Elektrizitätsverbrauch, z.B. anhand der Produktionsanteile (Wasserkraft, fossilthermisch, Kernkraft etc.) im europäischen Netzverbund.

Mit den nun vorliegenden Entscheidungsgrundlagen kann der Energieingenieur der Bauherrschaft eine Empfehlung für die Variantenwahl abgeben.

Das vorgeschlagene System soll dem folgenden Fragen-Katalog standhalten (Plausibilitätstest):

- Entspricht das System den Grundsätzen für energiegerechtes Bauen und Sanieren (Kapitel 2)?
- Werden die Vorgaben der Bauherrschaft, insbesondere die Verbrauchsrichtwerte erfüllt?
- Sind die Benutzeranforderungen (z.B. für Raumklima, Beleuchtung etc.) zweckmässig oder müssen diese aufgrund der aufgezeigten Konsequenzen (Leistungs-, Energiebedarf, Wirtschaftlichkeit etc.) korrigiert werden?
- Wurde nichts vergessen, Vollständigkeit, zumindest bei den bedeutenden Energieverbrauchern?
- Vergleich des geschätzten Leistungsbedarfs und der Energieverbrauchsschätzung mit Erfahrungswerten für Laden bzw. Gebäude anhand von Objektdaten wie:
 - Umbauter Raum (m³)
 - Bruttogeschossfläche (m² BGF) bzw. Energiebezugsfläche (m² EBF)
 - Verkaufsfläche (m² VKF)
 - etc.

Das empfohlene bzw. von der Bauherrschaft gewählte System wird nun detaillierter dokumentiert, z.B. mit einem **Prinzipschema** für die Wärme-/Kälte-/WRG-Anlagen (Bild 4.4) mit (farblicher) Kennzeichnung der verschiedenen Medien und deren Temperaturbereiche wie: Aussen-, Zu-, Ab-, Um-, Fortluft; Netz-, Grund-, Warm-, Heiz-, Kühlwasser; Kältemittel flüssig/gasförmig.

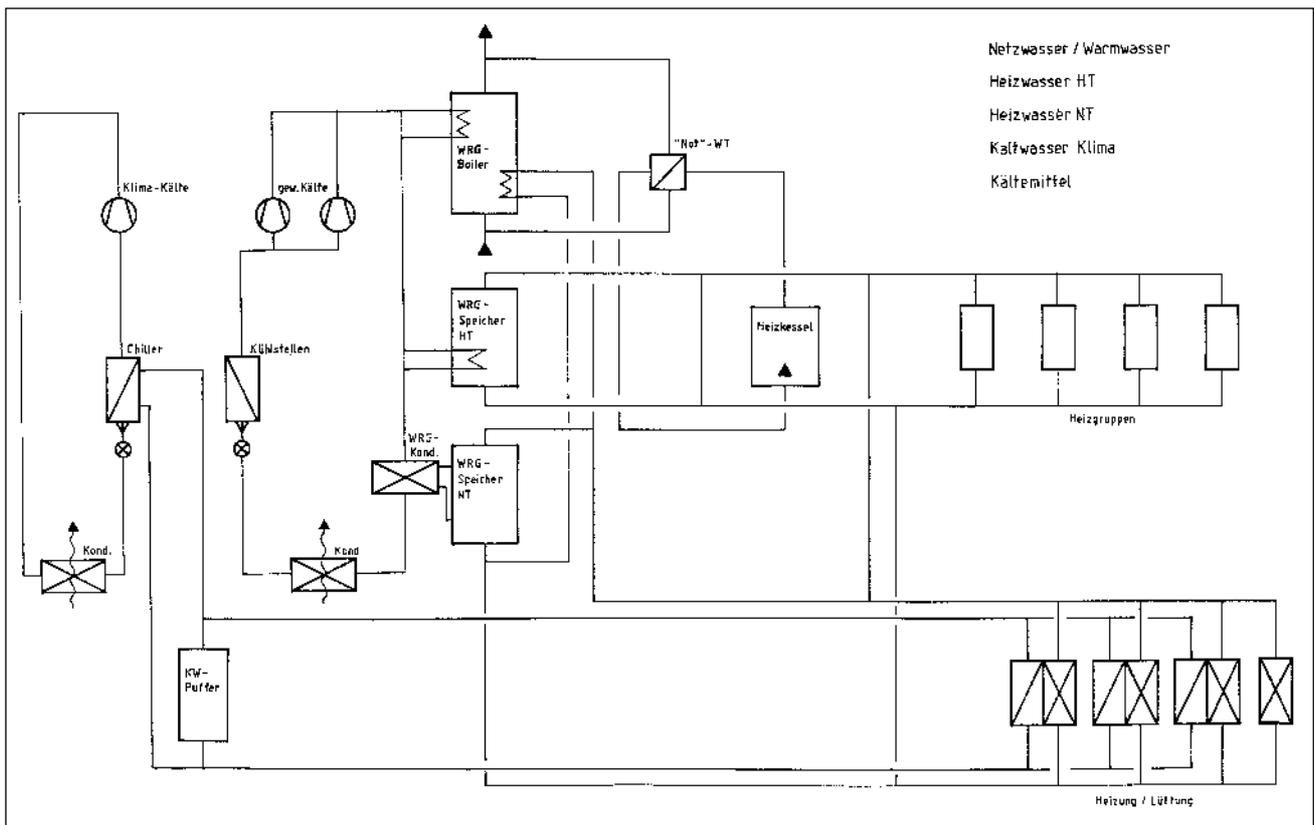


Bild 4.4 Prinzipschema «Konzept»

Mit dieser Darstellungsform werden in erster Linie die **thermischen Energieflüsse** gezeigt. Gleichzeitig wird aber auch deutlich, wo überall elektrische Energie erforderlich ist für Kompressoren, Pumpen, Ventilatoren etc. Schliesslich können anhand dieses Schemas auch die wichtigsten Zusammenhänge des Regelkonzepts beschrieben werden wie Fühler/Sensoren, Regler und Stellorgane für

- Speicherbewirtschaftung
- Temperaturregelung der Heizgruppen
- Lüftungsregelung (Normal-, Aufheizbetrieb)
- Regelung der Restwärmeerzeugung
- Boilerladung
etc.

Welche Anforderungen werden an die einzelnen Steuer- und Regeleinheiten gestellt (konventionell, digital)?

Wie soll die Betriebsführung erfolgen (dezentral, zentrale Leittechnik ZLT), teilweise (z.B. Heizung, Lüftung/Klima) oder gesamthaft (bis Beleuchtung, Storensteuerungen etc.)?



4.6 Energiemessung

Die Ziele der Energieverbrauchsmessungen sind die

- verbrauchsabhängige Energieverrechnung (pro Bezüger bzw. pro Kostenstelle) sowie die
- Betriebsoptimierung und Erfolgskontrolle.

Das **prinzipielle Messkonzept** dient zur Planung der Verteil- und Messinstallationen, damit mindestens die von den Versorgungsunternehmen (z.B. Werkzähler für Elektrizität, Gas etc.) bzw. vom Gesetz (z.B. VHKA, Anwendungskonzept Elektrizität/AEV Kt. Bern) vorgeschriebenen Messungen erfolgen können. Aufgrund des Energieflussdiagramms (Jahres-Gesamtenergiehaushalt) ist ersichtlich, für welche grossen Einzelverbraucher bzw. Verbrauchergruppen private Untermessungen sinnvoll sind (z.B. Brennstoffzähler, Elektrounterzähler, Wärmehzähler etc.).

Damit kann sichergestellt werden, dass bei der Forderung nach individueller Verbrauchserfassung die technische Machbarkeit, Nutzen und Verhältnismässigkeit beachtet werden.

- Keine aufwendigen Messeinrichtungen für Kleinverbraucher
- Lieber nur wenige, dafür aussagekräftige Messungen, damit auch der Aufwand für Erfassung, Auswertung und Beurteilung der z.B. monatlichen Messungen vertretbar ist.
- Der Energieverbrauch für allgemein genutzte Anlagen und Räumlichkeiten kann nur nach Nebenkosten-Verteilschlüssel abgerechnet werden.

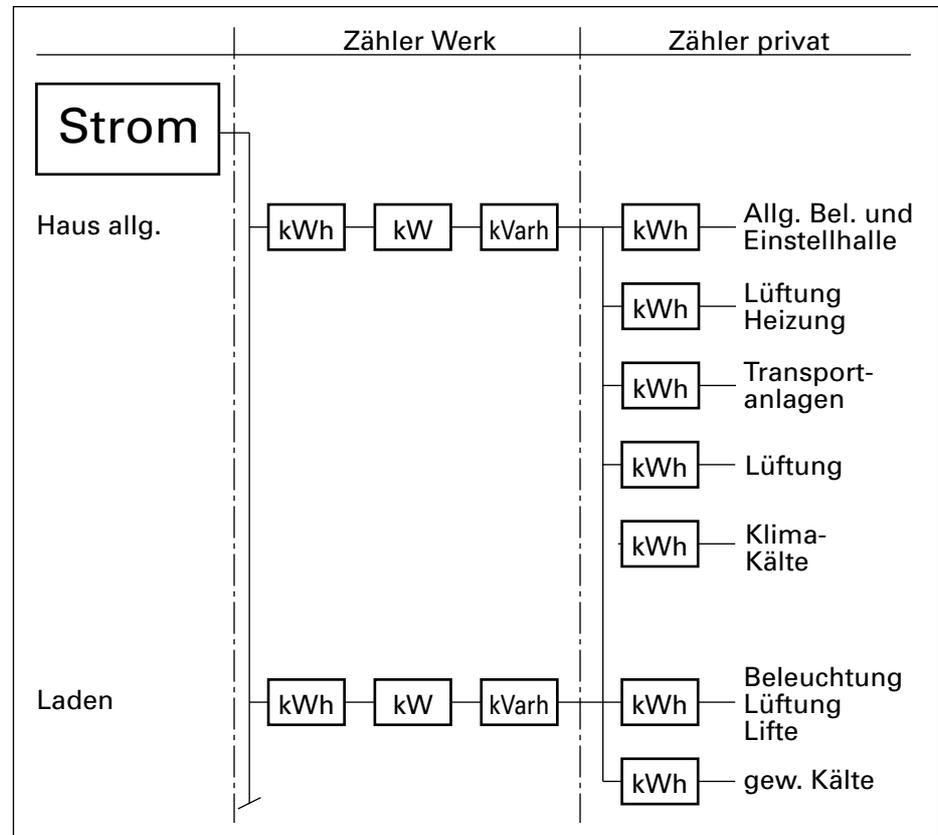


Bild 4.5
Beispiel Elektrizitätsmessung



4.7 Bericht «Energiekonzept»

Der Energieingenieur verfasst einen Bericht, «Das Energiekonzept», mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Fakten der Variantenstudien und einer **Empfehlung zuhanden der Bauherrschaft für die Systemwahl**. Das Energiekonzept kann z.B. wie folgt gegliedert sein:

1. Zusammenfassung und Empfehlung
2. Grundlagen und Vorgaben
3. Wärmeversorgung
4. Kälteversorgung und WRG
5. Warmwasser
6. Beleuchtung und weitere Elektroverbraucher
7. Energieflüsse und Schadstoffbilanzen mit Variantenvergleich, Wirtschaftlichkeitsrechnungen und evtl. baulichen Massnahmen
8. «Messkonzept» mit Prinzipschema für Elektrizitäts-, Wärme- und Wasserverbrauchsmessungen

Anhang

mit Hydraulik-Prinzipschema «Wärme/Kälte/WRG» und Regelkonzept für die empfohlene Variante.



5 Planungsvorgaben

5.1 Zielsetzungen und Vorgehensmethodik

Die Planungsvorgaben werden vom Energieingenieur zusammengestellt und richten sich an die von der Bauherrschaft beauftragten Fachingenieure. Sie enthalten alle erforderlichen Angaben, damit das Energiekonzept in Detailprojekte umgesetzt werden kann und damit schliesslich die ausgeführten Anlagen einzeln und im Gesamtsystem den Anforderungen von Bauherrschaft und Betreiber entsprechen.

Der Energieingenieur orientiert die Fachingenieure über das ausgewählte System z.B. anhand eines Prinzipschemas der Wärme-/Kälte-/WRG-Anlagen. Nach der Erläuterung des **Gesamtsystems** mit den verschiedenen Medien für Wärme- und Kälte transport, Speicherbewirtschaftung sowie den wichtigsten Regelkreisen erfolgt die **Lieferabgrenzung** für Heizung, Lüftung, Klima, Gewerbliche Kälte, Sanitär und Elektro (Bild 5.1).

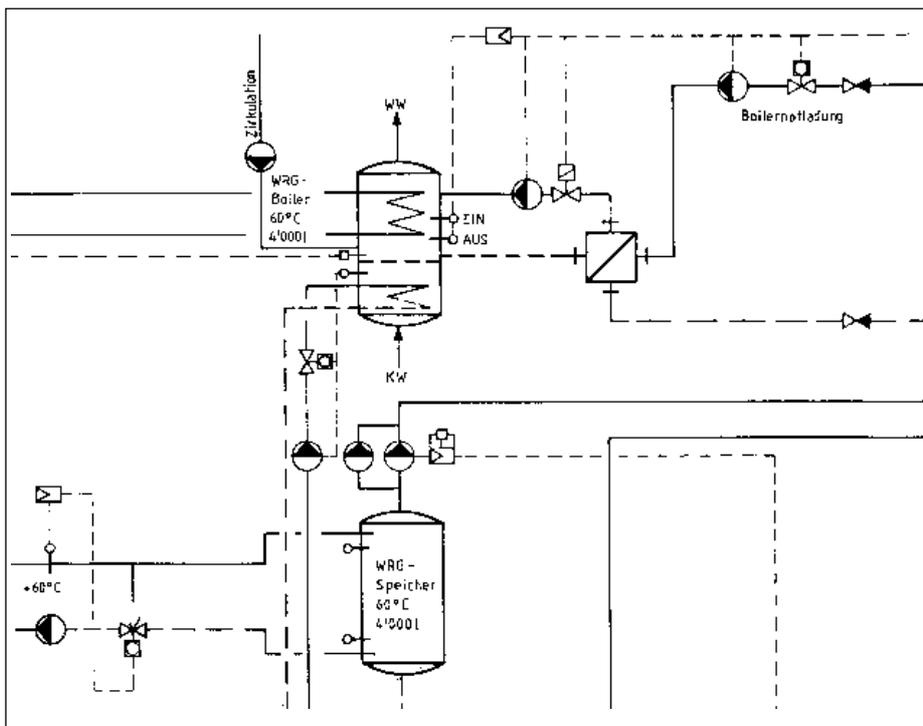


Bild 5.1
Prinzipschema mit Lieferabgrenzung und Regelkonzept

Durch die (farbliche) Kennzeichnung der Lieferabgrenzung werden die kritischen Nahtstellen ersichtlich (nämlich dort, wo viele Farben aufeinandertreffen), z.B. beim WRG-Speicher (Gewerbliche Kälte, Sanitär und Heizung).

Der Gesamtenergiehaushalt ist im Energieflussdiagramm dargestellt, wo neben dem Energiebedarf für Wärme/Kälte/WRG auch alle weiteren Verbraucher wie Beleuchtung, Transportanlagen etc. ersichtlich sind.



5.2 Allgemeine Planungsgrundlagen

Als allgemeine Planungsgrundlagen für alle beteiligten Fachingenieure dienen somit

- Prinzipschema mit Lieferabgrenzung (Bild 5.1)
- Regelkonzept (5.2.1)
- Messkonzept (5.2.2)
- sowie eine
- Objektbeschreibung und Architektenpläne mit
 - Standort und Grösse der technischen Zentralen
 - Haupttrassen für Leitungen und Kanäle, insbesondere Aussenluft-Eintritt und Fortluft-Austritt
 - Kamin, Tankanlagen etc.

Im weiteren werden die Planungsvorgaben für jeden Fachingenieur in Form eines massgeschneiderten Pflichtenheftes zusammengestellt. Die folgenden Kapitel enthalten die energierelevanten Planungsvorgaben für

- Heizung (5.3)
- Lüftung/Klima (5.4)
- Gewerbliche Kälte (5.5)
- Sanitär (5.6)
- Elektro (5.7).

5.2.1 Steuerung und Regelung

Im Prinzipschema sind die wichtigsten Zusammenhänge des Regelkonzeptes enthalten. Für die Projektierung erhalten die Fachingenieure detaillierte Vorgaben betreffend **Steuerung und Regelung** wie

- Liste der Messfühler und Sensoren mit Montageort bzw. Einbauart
- Gerätetechnik (konventionell, SPS, DDC, ZLT) für die einzelnen Anlagen und das Gesamtsystem
- Standort der Schaltschränke
- Zentrale Schaltuhren
- Zentrale Überwachung, Signalisation, Fernschalter
- Technische Alarmer, Prioritäten, Störungsmeldungen über PTT-Netz (Telealarm etc.)

Das Regelkonzept muss von Bauherrschaft und Betreiber «getragen» werden, da ein energiegerechter und möglichst störungsfreier Betrieb vom Zusammenspiel Anlage/Betriebspersonal abhängen wird und die personelle Seite nur von Bauherrschaft und Betreiber beeinflussbar ist.

Bemerkung zur Wahl von Gerätetechnik und -fabrikat:

Bauherrschaft und Energieingenieur können aufgrund des Energie- und Regelkonzeptes das **Gerätefabrikat** vorschreiben, damit in den weiteren Phasen von den Detailprojekten bis zu den Unternehmerofferten für die HLK-Anlagen die gleichen Grundlagen verwendet werden. Mit diesem Vorentscheid können in der Projekt- und Ausführungsphase wesentliche Kosten eingespart werden. Der Betreiber muss wissen und eventuell mitentscheiden, welches Gerätefabrikat eingesetzt wird, damit Bedienung und Unterhalt der Anlagen beherrscht werden.



5.2.2 Energiemessung

Damit die verbraucherabhängige Energiemessung (pro Bezüger bzw. für die Kostenstellenrechnung) sowie die Betriebsoptimierung und Erfolgskontrolle durchgeführt werden können, müssen die nötigen Messstellen vom Energieingenieur bestimmt und in die Planungsvorgaben für die Fachingenieure aufgenommen werden (z.B. Zählertyp und Zählerstandort).

- **Elektrizitäts-Messungen**
 - Werk-Zähler – je nach Tarif für Wirkenergie (kWh), Wirkleistung (kW), Blindenergie (kvarh) – für die einzelnen Bezüger (evtl. Kostenstellen) und den Allgemeinverbrauch
 - Privat-Zähler für Untermessungen von Verbrauchergruppen wie «Gewerbliche Kälte», «Lüftung/Klima», «Beleuchtung», «Transportanlagen» etc. Dabei müssen mindestens die entsprechenden kantonalen Vorschriften (z.B. AEV Kt. Bern) erfüllt sein.
- **Brennstoff-Verbrauchsmessung**
 - Werk-Zähler für Erdgas
 - Durchflusszähler an den Brennern für Heizöl und Erdgas.
- **Wärmemessungen**
 - Wärmeversorgung aus der WRG, separate Messung im Hoch- und Niedertemperaturkreis
 - Restwärmeerzeugung (Heizkessel)
 - Wärmeverbraucher (einzeln oder Gruppen, VHKA-Vorschriften beachten)
 - Magnetisch-induktive Wärmehähler einsetzen (keine mechanischen WZ).
- Evtl. «Kältemessungen» (z.B. Kaltwassernetz für Klima-Kühlung, wenn mehrere Bezüger versorgt werden).
- **Netzwasser**
 - Werk-Zähler für Gesamtverbrauch
 - Untermessungen für einzelne Bezüger, Boilerspeisung etc. nach Bedarf (Nebenkostenverteilungsschlüssel).
- **Warmwasser**
 - Warmwasserbereitung aus WRG und Restwärmeerzeugung (Wärmemessungen)
 - Warmwasser-Verbrauchsmessungen für einzelne Bezüger (Anforderungen der VHKA-Vorschriften von Bund und evtl. Kanton beachten).
- Im Messkonzept können weitere Zähler enthalten sein wie **Betriebsstundenzähler** und **Impulszähler** als Kontroll- und Hilfsmittel zur Betriebsüberwachung und für die Unterhaltsplanung von technischen Anlagen.



5.3 Heizung

Wärmeerzeugung («Restwärmeerzeugung»)

- Heizkessel: Anzahl, Leistung etc.
- Brenner: Brennstoff(e), Stufen etc.
- Brennstoffzähler
etc.

Wärmerückgewinnung (WRG)

WRG-Speicher und -Boiler:

- Anzahl
- Inhalt
- Wärmedämmung
- Temperaturen, Schichtung
- Lade- und Entladeregelung (Sequenzen)
- Lieferabgrenzung mit «Gewerblicher Kälte» und «Sanitär» (Bemerkung: In der Regel erfolgt die Lieferabgrenzung zwischen Heizung und Sanitär durch Kriterien wie «geschlossene/offene Systeme» und «geschweisste/geschraubte Rohre»).

Wärmeverteilung und -abgabe

Auslegungstemperaturen für Heizkörper (evtl. Bodenheizung) und Lufterhitzer

Heizgruppen: Einteilung und Regelung

Bei allen Gruppen STA-Ventile mit Messstutzen (zur Messung der Wassermengen) einsetzen.

Leitungen, Armaturen inkl. Ventile:

- Leitungsführung
- Wärmedämmung
- Bezeichnung

Thermometer: z.B. bei jedem Regelpunkt (Mischpunkt).

Evtl. Kaltwasser-Netz (für Klima-Kühlung)

- Auslegungstemperatur
- Puffer-Speicher, Leitungen, Pumpen, Armaturen, Wärmedämmung bzw. Schwitzwasserisolation: Materialien und Montageart.

Elektrizitätsverbrauch «Hilfsenergie Heizung»

- Umwälzpumpen: Der Elektrizitätsverbrauch soll weniger als 1% (0.3%) der transportierten Wärmeenergie betragen.
- Brenner, Schaltschrank etc.: Leistung, Betriebszeiten und Standby-Verbrauch der einzelnen «Kleinverbraucher» auf das notwendige Minimum beschränken.



5.4 Lüftung/Klima

5.4.1 Gesamtanlagen

Für die Lüftungs- und Klimaanlage gelten folgende gemeinsame Anforderungen wie z.B.

- «Mehrfachnutzung der Luft», d.h. die Abluft Laden wird als Zuluft Lager und die Abluft Lager als Zuluft Einstellhalle verwendet
- Wärmerückgewinnung für alle Lüftungs- und Klimaanlage
- Auslegungstemperatur-Lufterhitzer
- Bodenabsaugung im Bereich der Kühlmöbel
- Klima-Kälte-Versorgung (z.B. direkt mit Grundwasser, Kältemaschine mit luftgekühltem Kondensator etc.).

5.4.2 Lufttechnische Anlagen

Die einzelnen lufttechnischen Anlagen werden gemäss Energiekonzept für die verschiedenen Nutzungszonen nach Komfortstufen gegliedert und beschrieben:

- Anlageart und Funktion (z.B. Heizen, Kühlen, Befeuchten)
- Disposition der Luftführung (z.B. Aussenluftfassung, Zuluftführung, Luftauslass, Abluftentnahme, Fortluftaustritt etc.)
- Standort Monobloc und Schaltschrank
- Luftwechsel, minimale Aussenluftfrate, Luftmengen
- Druckverhältnisse (z.B. Überdruck, schützt vor Kaltlufteinfall; Vorschriften der Gesundheitsbehörden beachten)
- Ventilatoren 1-/2stufig bzw. drehzahlreguliert
- Regelungsvorgaben, z.B.
 - Raumtemperatur-Minimum im Winter bzw. Maximum im Sommer
 - Angebot- und Nachfragerregelung, freie Kühlung mit 100% Aussenluft
 - Schiebung nach Aussentemperatur
 - Aufheizbetrieb mit 100% Umluft
 - Freigabe/Sperrungen der Anlage über Hygienefühler
 - Nachluftkühlung (100% Aussenluft)
 - Separat regulierbare Zonen
 - Frostschutzschaltung
 - CO-Sensor in Einstellhallen
 - Zeitprogramm für 1. Stufe
 - Ein-/Ausschaltkriterien für 2. Stufe
- Keine Befeuchtung (Ausnahmen: Metzgerei und Fischabteilung).
- Kühlen, Bedarfsermittlung für die Kühlung der Raumluft (SIA 382/3).



5.4.3 Klima-Kälteanlagen

Kälteerzeugung (Direktverdampferanlage, Kaltwassererzeugung); evtl. Direktkühlung bzw. Vorkühlung mit Grundwasser (Bewilligung!):

- Leistung, Anzahl Verdichter, Stufen etc.
- Auslegungstemperatur Kaltwassernetz
- Kaltwasser-Pufferspeicher, Latent-Speicher (Eiswasser)
- Regelungs-Vorgaben, z.B.
 - Freigabe/Sperren der einzelnen Leistungsstufen nach Aussen-temperatur
 - etc.

- Rückkühlung
bei luftgekühlten Kondensatoren:
 - Standort (z.B. extern, auf Dach)
 - Geräuschpegel
bei Rückkühlung mit Grundwasser:
 - Bewilligung (Gewässerschutz)
 - Maximale Versickerungstemperatur

5.4.4 Elektrizitätsverbrauch «Lüftung/Klima»

Energiebudget (Energieflussdiagramm) detaillieren und Vorgaben überprüfen für:

- Luftförderung
- Klima-Kälte
- Luftbefeuchtung
- Internpumpen, Schaltschrank etc.



5.5 Gewerbliche Kälte

Kälteerzeugung

- Verbundanlagen für Plus- und Tiefkühlung (als Grundsatzentscheid)
- Leistung, Anzahl Anlagen, Stufen (bei Kälteleistungen über 100 kW Anlagen aufteilen, Sicherheit)
- Kältemittel (z.B. R22 oder 134a), gesetzliche Richtlinien
- Kondensationstemperatur festlegen für WRG (z.B. konstant oder variabel, «so tief wie möglich»)
- Abtauung (z.B. Verdampferabtauung mit Kaltgas anstelle der elektrischen Abtauung)

Wärmerückgewinnung (WRG)

- Überhitzung, Hochtemperatur > 60 °C für Warmwasser und evtl. Heizung
- Niedertemperatur, Kondensationstemperatur konstant °C oder variabel («so tief wie möglich») °C bis °C
- WRG-Boiler und -Speicher
 - Anzahl
 - Inhalt
 - Temperaturschichtung
 - Lade- und Entladeregelung (Sequenzen)
- Lieferabgrenzung mit «Heizung» (5.3) und «Sanitär» (5.6).

Rückkühlung

- Bei luftgekühlten Kondensatoren:
 - Standort (z.B. extern, auf Dach)
 - Geräuschpegel
- Bei Rückkühlung mit Grundwasser:
 - Bewilligung (Gewässerschutz)
 - Maximale Versickerungstemperatur
 - Evtl. Grundwasserspeicher (Sicherheit), Inhalt
 - Evtl. Netzwasser-Notkühlssystem (z.B. bei Ausfall der Rückkühlpumpe)

Die Kälteversorgung ist für Kühlmöbel und Kühlräume mit folgendem Qualitäts-Standard ausgelegt:

Kühlmöbel

- Verdampfungstemperaturen
 - Tiefkühlung °C
 - Pluskühlung °C
- Verdampferflächen «gross»
- Nachttrollos (Handscharter oder automatisch, z.B. über Licht)
- Beleuchtung extern bzw. maximal zulässige Leistung intern
- Rahmen-/Scheibenheizung
- Abtauung elektrisch/mit Kaltgas
- etc.



Kühlräume

- Gemauerte Kühlräume, Fertigelemente aussen ummauert
- Kälteschutz, z.B. gemäss AEV Kt. Bern (Nutzvolumen über 5 m³ und Temperaturen unter +8 °C: mittlerer Wärmefluss $\leq 5 \text{ W/m}^2$).
- Dampfsperre auf der warmen Seite
- Kühlraumtüren (Material, Abmessungen, Abdichtung, Verschluss und Scharniere)
- Innenverkleidung
- Sicherheitseinrichtung (Alarm).

Elektrizitätsverbrauch «Gewerbliche Kälte»

Energiebudget (Energieflussdiagramm) detaillieren und Vorgaben überprüfen für:

- Kälteerzeugung
- Hilfsenergie WRG, Rückkühlung, Schaltschrank etc.
- Hilfsenergie Kühlstellen



5.6 Sanitär

5.6.1 Warmwasserversorgung

- Deckungsgrad der Wassererwärmung mit Wärmerückgewinnung der gewerblichen Kälte, in der Regel 100% bei «Normalbetrieb»:
 - für Vorwärmung (z.B. auf 30 °C) mit Niedertemperaturkreis (Kondensation) und
 - für Nachwärmung (auf 60 °C) mit Hochtemperaturkreis (Überhitzung)
- WRG-Boiler: Inhalt, Wärmedämmung etc., präzise Lieferabgrenzung mit «Gewerblicher Kälte» (5.5)
- Boiler-Notladung oder separater Not-Boiler (Ladekreis mit Ladepumpe) über Restwärmeerzeugung, präzise Lieferabgrenzung mit «Heizung» (5.3)

5.6.2 Notkühlsystem

Evtl. **Notkühlsystem** mit Netzwasser für Gewerbliche Kälte (Sicherheit).



5.7 Elektro

5.7.1 Übersicht

Die im Rahmen der Energiekonzeption vorgenommene Abschätzung des Gesamtenergiehaushalts (Energieflussdiagramm) dient in erster Linie zur Beurteilung des Wärmehaushalts im Gebäude (nutzbare Abwärme bzw. Abwärme, welche weggekühlt werden muss) und zur Wahl der erforderlichen Haustechnikanlagen. Damit ist eine erste Gruppe von Elektroverbrauchern bekannt für Heizung (5.3), Lüftung/Klima (5.4), Gewerbliche Kälte (5.5) und Sanitär (5.6) mit

- Leistung, Betriebszeit und Jahresenergiebedarf, zumindest schätzungsweise, sowie
- Standort von Anlagen und zugehörigen Schaltschränken.

Der Elektroplaner benötigt in der Folge detailliertere Angaben vom Energie- bzw. direkt vom zuständigen Fachingenieur wie Motoren- und Apparateleistungen, Schemaunterlagen der Regelfirma, Standorte von Fühlern und Sensoren, Signalisation etc. sowie die Vorgaben für Beleuchtungsanlagen (5.7.2), Betriebseinrichtungen (5.7.3) sowie Elektrizitätsversorgung und -verteilung (5.7.4).

| Energieingenieur | | Elektroplaner |
|--|------------------------------|---|
| Energiekonzept und Planungsvorgabe | | Elektroprojekt und Ausschreibung |
| Elektroverbraucherliste | Gleichzeitigkeitsfaktor → | Anschlussleistung Leistungsbegrenzung, Lastmanagementsystem Blindstromkompensation Notstrom, USV Eigenstromerzeugung |
| Gesamtenergiehaushalt (Energieflussdiagramm) | → | Tarif |
| Elektrizitäts-Messungen | ↔ | Verteilkonzept (Haupt-, Unterverteilungen/Schaltschränke, evtl. spezielles «EDV-Cabling»). |

Bild 5.2
Pflicht- und Kompetenzabgrenzung zwischen Energieingenieur und Elektroplaner

5.7.2 Beleuchtung

Für die Energiekonzeption wurden die maximalen spezifischen Leistungen (W/m²) für die verschiedenen Nutzungszonen vorgeben:

| | |
|----------------|---|
| Verkauf Total | 15 W/m ² (Grundbeleuchtung 6...10 W/m ²) |
| Lager | 5 W/m ² |
| Einstellhallen | 8 W/m ² |

Damit sollen ein minimaler Leistungsbedarf und Energieverbrauch sowie eine geringe Wärmebelastung erzielt werden.



Um gute Sehbedingungen und eine angenehme Verkaufsatmosphäre zu schaffen, sind bei Planung und Ausführung folgende **lichttechnische Gütemerkmale** zu beachten:

- Beleuchtungsstärke horizontal und vertikal
- Leuchtdichteverteilung
- Begrenzung der Blendung
- Lichtrichtung und Schattigkeit
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe
- Flimmerfreiheit

Für eine diesen Anforderungen entsprechende Projektierung sind vorgängig folgende **Randbedingungen** zu erheben und festzuhalten:

- Gestalterische Komponenten (Gebäudeart und Einrichtung)
- Layout
- Tageslichtnutzung
- Raumfläche und -höhe, Lichtpunkthöhe
- Farbpalette und Reflexionsgrade von Boden, Wänden, Decke

Technische Vorgaben für die verschiedenen Nutzungszonen

- Mittlere Beleuchtungsstärken in Lux (lx), z.B.
Ladengrundbeleuchtung 500 lx
Lichtinseln, Akzentbeleuchtung 2 x Grundbeleuchtung, keine Glühbirnen
hohe Vertikalbeleuchtungsstärke für Vitrinen und Regale (min. 40% der Horizontalbeleuchtungsstärke)
- Lichtquellen für Grund- und Akzent- bzw. Effektbeleuchtung (Notbeleuchtung nicht vergessen):
 - Lampentyp
 - Farbtemperatur/Lichtfarbe
 - Farbwiedergabe
z.B. für Ladengrundbeleuchtung Leuchtstofflampen warmweiss mit Farbwiedergabestufe 1B;
spezielle Anforderungen für Fleisch, Gemüse, Käse, Backwaren.
Der Einsatz vieler verschiedener Typen verursacht grosse Unterhaltskosten (Lagerhaltung von Ersatzlampen), und beim Lampenersatz besteht erhöhte Verwechslungsgefahr.
- Vorschaltgeräte
Verlustarme Vorschaltgeräte (VVG) oder elektronische Vorschaltgeräte (EVG) einsetzen: z.B. für
 - Ladengrundbeleuchtung ...
 - Lager (ohne/mit Präsenzfühler) ...
 - Einstellhalle ...
- Regelung (z.B. automatische Ein- und Ausschaltung bzw. Beleuchtungsreduktion nach Zeitprogramm; Präsenzsensoren in Lageräumen; Lichtregelsystem zur Optimierung der Versorgungsspannung etc.); Regelungssystem, Lampentyp und Vorschaltgerät müssen zusammenpassen!

Planungsverfahren und Dokumentation

- Beleuchtungsart (indirekt – direkt – breit – tiefstrahlend etc.)
- Leuchtentyp, Leuchtenwirkungsgrad
- Leuchtenanordnung und Montageart (Ein-/Aufbau, Schiene, Pendel)
- Stromversorgung, Vorgaben für Verdrahtung (Schaltkreise, Energiemessung, Kompensation etc.)
- Energiebudget Beleuchtung
- Unterhalt (Lampenwechsel, Leuchtenreinigung)



- Kostenrahmen (Investitions- und Betriebskosten, Anteil Energiekosten)
- Berechnungsmethoden (z.B. Wirkungsgradmethode, computerunterstützte Beleuchtungsberechnung) für Variantenvergleich bzw. Ausführungsplanung
- Projektunterlagen
- Lieferabgrenzung Elektrounternehmer/Leuchtenhersteller
- Abnahme und Erfolgskontrolle.

5.7.3 Betriebseinrichtungen

Damit die Elektrizitätsverbrauchs-Richtwerte eingehalten werden können, muss während der Detailprojektierung das im Energiekonzept entworfene Energiebudget nachgeführt und periodisch überprüft werden. Die Verbraucherliste enthält

- Leistungsangaben (kW)
- Betriebszeiten (z.B. Std./Tag/Woche/Jahr, evtl. separate Angaben für Sommer- und Winterbetrieb) sowie
- Jahresenergieverbrauch (evtl. separat für Sommer und Winter).

Während der Leistungs- und Energiebedarf für Haustechnik und Gewerbliche Kälte mit dem Konzept «Wärme/Kälte/WRG» grösstenteils bestimmt ist, wird über den Elektrizitätsbedarf für Beleuchtung (5.7.2) und alle weiteren Elektroverbraucher erst im fortgeschrittenen Planungsstadium entschieden. In dieser Phase kann die Bauherrschaft zusammen mit Energieingenieur und Elektroplaner noch wesentlich Einfluss nehmen auf den rationellen Elektrizitätseinsatz.

Bei der Auswahl von **Betriebseinrichtungen** sollen Kriterien wie Leistungs- und Energiebedarf berücksichtigt und die Konsequenzen auf Investitions- und Betriebskosten aufgezeigt werden:

- Personen- und Warentransportanlagen
- Rechner- und Kommunikationsanlagen
- Technische Überwachungs- und Sicherheitsanlagen
- Musikübertragungsanlagen
- Weitere Elektroapparate und -geräte wie
 - Kassen
 - Bürogeräte
 - Verpflegungsautomaten
 - Küchen- und Restauranteinrichtungen
 - Tankstelleneinrichtungen
 - etc.

Weitere mögliche Massnahmen sind Reduktion der Leistungsaufnahme und/oder kürzere Betriebszeiten durch den Einsatz von geeigneten Steuer- und Regeleinrichtungen.

- Beispiel Rolltreppe: Geschwindigkeitsreduktion bzw. -regulierung zur Senkung des Leistungs- und Energiebedarfs.
- Beispiel Aufzugsanlage: Seilaufzüge mit Gegengewicht verursachen vor allem wegen des kleinen Leistungsbedarfs (und damit auch geringen Energieverbrauchs) weniger Betriebskosten als Hydrauliklifte.



5.7.4 Elektrizitätsversorgung und Verteilinstallation

Rationeller Elektrizitätseinsatz heisst auch keine unnötige Belastung des Versorgungsnetzes mit Leistungsspitzen:

- Leistungsbegrenzung bzw. Spitzenlastüberwachung durch planerische und technische Massnahmen zur Senkung
 - der Anschlussleistung (Gleichzeitigkeitsfaktor) und damit der Investitionskosten sowie
 - der bezogenen Spitzenleistung und damit der Betriebskosten.
- Blindstromkompensation zur Entlastung von Leitungsnetz und Transformatoren sowie zur Vermeidung unnötiger Kosten für Blindenergieverbrauch.

Anlagen für unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) und Notstromerzeugung:

- Aufgrund der hohen Verfügbarkeit der Elektrizitätsversorgung in der Schweiz ist der tatsächliche Bedarf für USV- und Notstromanlagen kritisch zu prüfen. Als Entscheidungsgrundlage dient eine Risiko-Analyse (Ausfallstatistiken liefert das lokale Elektrizitätswerk) mit einer Kosten-Nutzen-Berechnung.

Elektro-Verteilung

- Hausanschluss, evtl. mit werkeigener oder privater Trafostation
- Hauptverteilung zu den Unterverteilungen und Schaltschränken
- Messeinrichtungen (Werk-/Privatzähler)
- Beleuchtungssektoren mit Leuchtenanordnung, Schalterstandorten und -bezeichnungen
etc.

Planungsverfahren und Dokumentation wie z.B.

- Anschlussgesuch beim EW
- Anwendungskonzept Elektrizität gemäss gesetzlichen Vorschriften soweit vorhanden, später Nachweis SIA 380/4 «Elektrische Energie im Hochbau») etc.



6 Betrieb und Unterhalt

6.1 Organisation

Die Zuständigkeiten für Betrieb und Unterhalt müssen von der Bauherrschaft klar geregelt werden, damit die technischen Anlagen energiegerecht und möglichst störungsfrei betrieben werden können (vgl. auch Bild 3.2):

- Energiebeauftragter
- Technischer Dienst
- Filialleiter, Hauswart

Zum Beispiel können Betrieb und Unterhalt der Heizung «dezentral» durch den Betreiber (Filialleiter, Hauswart) erfolgen, während bei Kälte- und Wärmerückgewinnungsanlagen ausschliesslich vom «zentralen» technischen Dienst bzw. durch die vom Energiebeauftragten bestimmten Fachleute Einstellungen verändert und Unterhaltsarbeiten ausgeführt werden dürfen.

Die Verantwortlichen für Betrieb und Unterhalt erhalten während der Inbetriebnahmephase die erforderlichen **Instruktionen** und **Unterlagen**. Sie werden während der ersten ein bis zwei Betriebsjahre im Rahmen der **Betriebsoptimierung** durch den Energieingenieur unterstützt und können nach den Garantieabnahmen die Anlagen selbständig betreiben und unterhalten, bzw. die erforderlichen Wartungs- und Instandstellungsaufträge an externe Fachleute erteilen.



6.2 Projektabschlussphase und Betriebsaufnahme

Nach Abschluss der Ausführungsarbeiten erfolgt die Inbetriebsetzung der einzelnen Anlagen (z.B. unter Leitung der zuständigen Fachingenieure) und die Abnahme des Gesamtsystems (unter Leitung des Energieingenieurs).

Damit werden die Installationen mit den kompletten Unterlagen an die Bauherrschaft übergeben.

Inbetriebsetzung

- Probelauf der einzelnen Anlagen und erstes Einregulieren durch den Unternehmer
- Inbetriebsetzungsprotokoll mit Reglereinstellungen, Sollwerten und Schaltzeiten.

Instruktion der Betreiber

Das Bedienungspersonal wird über die zu leistenden Ablesungen, Einstellungen und Handgriffe instruiert, damit ein zuverlässiger und energiesparender Betrieb der Anlagen sichergestellt wird. Im weiteren erfolgt die Pflicht- und Kompetenzabgrenzung für das Bedienungspersonal, welche Wartungs- und Instandstellungsarbeiten von ihm selber bzw. von Fachspezialisten ausgeführt werden können bzw. müssen.

Je einfacher (bzw. überschaubarer) die Regelung und je besser und motivierter ihr Betreuer, desto energiesparender ist die Anlage.

Stellvertreter bestimmen und instruieren!

Übergabe der Installationen und der kompletten Dokumentation an die Bauherrschaft:

Die Bauherrendokumentation wird durch den Energieingenieur zusammengestellt. Die verschiedenen Unterlagen wie

- Inbetriebsetzungs- und Abnahmeprotokolle
- Schemaunterlagen und Revisionspläne
- Bedienungsanleitungen
- Wartungspläne
- Service-Verträge
- Übersicht der amtlichen Kontrollen
- Energiebuchhaltungs-Unterlagen
- etc.

werden von den Anlagelieferanten und Fachingenieuren erstellt. Der Energieingenieur ergänzt und gliedert die Dokumentation nach einem einheitlichen System, damit diese für die Bauherrschaft übersichtlich und «brauchbar» ist.

Neben der Vollständigkeit der Unterlagen bei der Übergabe an die Bauherrschaft müssen auch Standort und Nachführung der Unterlagen sichergestellt werden.



Abnahme

- Materielle Abnahmen, Vollständigkeit
- Funktionskontrollen
- Durchführung und Protokollierung von Leistungsmessungen
- Abnahmeprotokoll erstellen
- Die Abnahme erfolgt unter Leitung des Energieingenieurs, Teilnehmer sind die zuständigen Fachingenieure und Unternehmer sowie die Bauherrschaft (z.B. Projektleiter und Energiebeauftragter).

Betriebsoptimierung (und Garantiarbeiten)

Eine tadellose Abnahme ist noch kein Gewähr für eine optimale Betriebsweise, da es sich um eine Momentaufnahme handelt. Damit der Energieverbrauch überprüft und optimiert werden kann, müssen während den ersten ein bis zwei Betriebsjahren die Anlagen beobachtet, gemessen und korrigiert werden.

Gleichzeitig werden die festgestellten Mängel behoben (Garantiarbeiten) und das Bedienungspersonal lernt die Anlagen im praktischen Betrieb kennen.

Energiebuchhaltung

Erfassung:

- Ablesungen durch das Betriebspersonal (z. B. monatlich)
- oder automatisierte Datenerfassung.

Auswertung:

- Einzelobjekt, Vergleich mit entsprechenden früheren Perioden (über mehrere Jahre)
- Ladengruppe, Quervergleich mit Treppendiagramm (Momentaufnahme)

Berichterstattung:

- Rückmeldung an Filialleiter (auch positive Ergebnisse) für die Personalinformation und -motivation
- Information der Geschäftsleitung, z.B. mit Treppendiagramm den Handlungsbedarf aufzeigen bzw. als Grundlagen für PR-Aktionen «Energie und Umwelt».



7 Wirtschaftlichkeit

Energiegerechter Bau, Betrieb und Unterhalt von Lebensmittelläden ist mit Investitionen verbunden. Gerade im wettbewerbsintensiven Detailhandel sind rentable Investitionen eine «Überlebensfrage». Eine seriöse Wirtschaftlichkeitsberechnung ist Grundlage für den richtigen Entscheid. Im folgenden soll aufgezeigt werden,

- in welcher Projektphase eine Wirtschaftlichkeitsberechnung erfolgen soll und welche wirtschaftlichen Grundannahmen vom Bauverantwortlichen mitzubestimmen sind;
- was der Bauverantwortliche von einer Wirtschaftlichkeitsberechnung erwarten kann.

7.1 Wirtschaftlichkeit als Entscheidkriterium in der Studien- und Vorprojektphase

Die grundsätzlichen Möglichkeiten und Varianten werden vom Energieingenieur in Zusammenarbeit mit der Bauherrschaft und dem Architekten in der Studien- und Vorprojektphase im Rahmen eines Energiekonzepts aufgezeigt (vgl. Kapitel 3.2.1). Fester Bestandteil des Energiekonzepts ist die Berechnung der Wirtschaftlichkeit alternativer Varianten. Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit ist Sache des Energieingenieurs. Dem Bauverantwortlichen sollen mit der Wirtschaftlichkeitsberechnung die jährlichen Kosten und Erträge von Investitionen aufgezeigt werden. Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit sind vorgängig die folgenden Grundannahmen zwischen Bauverantwortlichem und Energieingenieur abzusprechen:

- Höhe des Kalkulationszinssatzes
- Nutzungsdauer
- Berechnung der Betriebs- und Unterhaltskosten
- Energiepreise
- Preissteigerungen

Als Diskussionsgrundlage für die Festlegung der obigen Grundannahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung kann der RAVEL-Leitfaden «RAVEL zahlt sich aus» wertvolle Dienste leisten. Die folgenden Hinweise sollen als Anhaltspunkte für die Diskussion der wirtschaftlichen Grundannahmen dienen.

A) Die Höhe des Kalkulationszinssatzes

Für Investitionen im engeren Geschäftsbereich im Lebensmittelhandel wird zu Recht ein Zinssatz gefordert, der über den Hypothekarzinsen liegt. Gilt dies auch für Investitionen in den energiegerechten Bau und die Sanierung? In der Regel nicht. Im Gegensatz zu Investitionen im engeren Geschäftsbereich sind Investitionen für den energiegerechten Bau und die Sanierung mit einem kleineren Risiko verbunden: die Kosten und vor allem die Einsparungen können meistens relativ genau berechnet werden. Daher ist es in den meisten Fällen sinnvoll, für solche Investitionen mit dem Zinssatz für Fremdkapital oder dem Hypothekarzinssatz zu rechnen.



B) Die Wahl der Nutzungsdauer

Die Wahl der Nutzungsdauer soll sich an der tatsächlich zu erwartenden Nutzungsdauer orientieren. Diese kann entweder aufgrund von Herstellerangaben oder aus Erfahrungswerten abgeleitet werden.

C) Die Berechnung der Betriebs- und Unterhaltskosten bzw. -einsparungen

Für eine detaillierte Berechnung müssen dem Energieingenieur vom Bauverantwortlichen oder vom Bauherrn folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt werden:

- bei Sanierung: bisheriger Aufwand für Betrieb und Unterhalt (Personal- und Materialkosten möglichst detailliert)
- bei Neubauten: Personalkosten pro Stunde (evtl. abgestuft für technisches Personal und andere).

Aufgrund dieser Angaben wird es für den Energieingenieur möglich sein, die individuellen Einsparungen bzw. anfallenden Kosten für den Betrieb und den Unterhalt zu berechnen.

D) Die Bestimmung der Energiepreise

Die Energiepreise unterscheiden sich von Fall zu Fall. Der Ölpreis hängt ab von der bezogenen Menge, für die leitungsgebundenen Energien – Elektrizität, Erdgas und Fernwärme – gelten unterschiedliche Tarife. Dem Energieingenieur sollten folgende Daten zur Verfügung gestellt werden:

- Aktueller Einkaufspreis für Heizöl
- Grund-, Arbeits- und evtl. Leistungspreis für die leitungsgebundenen Energien Elektrizität, Erdgas und Fernwärme.

E) Die Bestimmung der Preissteigerungen

Vorschläge für die Wahl der Preissteigerungen für Energie, Betriebs- und Wartungskosten können dem Leitfaden «RAVEL zahlt sich aus» entnommen werden. Wichtig ist, auch eine Preissteigerung für die restlichen Größen anzunehmen, wenn mit nominellen Kalkulationszinssätzen (also z.B. 7%) gerechnet wird. So werden ja in Zukunft die Personal- und Materialkosten zumindest mit der Teuerung Schritt halten. Wird diese Preissteigerung nicht berücksichtigt, so kann die Wirtschaftlichkeitsberechnung zu Fehlentscheidungen führen – kapitalintensive Investitionen erscheinen ungünstiger, als sie tatsächlich sind.



7.2 Was bringt eine Wirtschaftlichkeitsberechnung?

Was kann eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für den Bauverantwortlichen bzw. für die Bauherrschaft bringen? In erster Linie dient die Wirtschaftlichkeit als Entscheidungskriterium bei der Wahl verschiedener Varianten und bei Sanierungen. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung sollte folgende Resultate liefern:

- Investitionskosten
- Jährliche Kosten:
 - Kapitalkosten
 - Kosten für Energie
 - Kosten für Betrieb und Unterhalt

Bei Sanierung müssen zusätzlich noch die Einsparungen berechnet werden:

- Jährliche Einsparungen:
 - Energieeinsparungen
 - Einsparungen für Betrieb und Unterhalt.

Dabei ist darauf zu achten, dass bei den jährlichen Kosten und Einsparungen für Energie, Betrieb und Unterhalt die Preissteigerungen mit Hilfe der sog. Mittelwertfaktoren berücksichtigt sind. Wertvolle zusätzliche Informationen kann eine Sensitivitätsanalyse liefern. Diese erlaubt, die Einflüsse von Änderungen in den Grundannahmen auf das Resultat der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu analysieren.

Die Energieeinsparungen allein machen eine Investition bei den heute tiefen Energiepreisen allerdings in vielen Fällen nicht wirtschaftlich. Häufig fallen vor allem die Einsparungen beim Betrieb und Unterhalt grösser aus. Mit einer guten, energiegerechten Planung können durch Realisierung der nur zwingend notwendigen Anlagen weitere Einsparungen erzielt werden (tiefere Anlagekosten, weniger Platzbedarf). Alle diese Einsparungen führen in vielen Fällen zu wirtschaftlichen Lösungen.